

Audizio, Matías Gabriel

De Marco, Agustín Roberto

Taborda, Benjamín

Red colectora cloacal, estación de bombeo y planta de tratamientos para la localidad de Altos de Chipión

**Tesis para la obtención del título de grado de
Ingeniero Civil**

Director: Ganancias Martínez, Facundo Matías

Fontana, José Marcos

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA

Universidad Jesuita

DOCUMENTO DE TRABAJO FINAL

**RED COLECTORA CLOACAL, ESTACIÓN DE BOMBEO Y
PLANTA DE TRATAMIENTOS PARA LA LOCALIDAD DE
ALTOS DE CHIPION**

AUDIZIO, MATÍAS
DE MARCO, AGUSTÍN
TABORDA, BENJAMÍN

Año: 2020



RESUMEN

En el marco de Trabajo Final de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Córdoba se realiza el siguiente trabajo. El mismo surge luego de realizar un análisis acerca de cuáles son los servicios esenciales que deberían tener todas las localidades para garantizar una mejora en su calidad de vida y así poder progresar como comunidad, permitiendo un mejor desarrollo de las actividades sociales, económicas, culturales, entre otras.

Se eligió a la localidad de Altos de Chipión, situada en el noreste de la provincia de Córdoba, Argentina, para proyectar la red de cloacas y su respectiva planta de tratamiento. Para llevar a cabo el proyecto fue necesario recolectar información con respecto a estudios de la población, consumos de agua potable en la localidad, estudios y confección de planos topográficos de la localidad y alrededores, estudios de suelos, estudios hidrológicos, estudios económicos y estudios ambientales.

Con toda esta información primaria, se proyecta la red con los caudales y diámetros de cañerías, se definen pendientes y tapadas, en caso de ser necesario la ubicación y cálculo de una estación de bombeo y, por último, la ubicación y dimensionamiento de la planta de tratamientos con sus respectivos métodos con los cuales se tratará el líquido cloacal.

El proyecto se realizará siguiendo las exigencias del reglamento ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento).

Por último, se procede a realizar los cálculos y presupuestos correspondientes y una evaluación de impacto ambiental, la cual permite conocer los efectos ambientales del proyecto y cómo estos impactan en la salud y bienestar de la población.

Palabras claves: Altos de Chipión, Cloacas, Estación de bombeo, Planta de tratamientos, Lagunas de estabilización, Relevamiento topográfico, Estudio de impacto ambiental, Ingeniería civil.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 3 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



ABSTRACT

The following work is carried out in the framework of the Final Work of the Faculty of Engineering of the Catholic University of Córdoba. It arises after carrying out an analysis about which are the essential services that all localities should have to guarantee an improvement in their quality of life and thus be able to progress as a community, allowing a better development of social, economic, cultural activities, among other.

The town of Altos de Chipión, located in the northeast of the province of Córdoba, Argentina, was chosen to project the sewer network and its respective treatment plant. In order to carry out the project, it was necessary to collect information regarding population studies, drinking water consumption in the locality, studies and preparation of topographic plans of the locality and surroundings, soil studies, hydrological studies, economic studies and environmental studies.

With all this primary information, the network is projected with the flow rates and pipe diameters, slopes and plugs are defined, if necessary the location and calculation of a pumping station and, finally, the location and sizing of the plant of treatments with their respective methods with which the cloacal fluid will be treated.

The project will be carried out following the requirements of the ENOHSA regulation (National Water Works and Sanitation Agency).

Finally, the corresponding calculations and budgets are carried out and an environmental impact assessment is carried out, which allows to know the environmental effects of the project and how they impact the health and well-being of the population.

Keywords: Altos de Chipión, Sewers, Pumping station, Treatment plant, Stabilization lagoons, Topographic survey, Environmental impact study, Civil engineering.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 5 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| I. - INTRODUCCIÓN..... | 21 |
| II. - OBJETIVOS | 22 |
| II.1 – OBJETIVOS GENERALES | 22 |
| II.2 – OBJETIVOS PARTICULARES | 22 |
| III. – ALCANCES Y METAS | 23 |
| IV. – CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO | 24 |
| IV.1 – UBICACIÓN | 24 |
| IV.1.A – LOCALIDADES LIMÍTROFES | 26 |
| IV.2 – HISTORIA..... | 26 |
| IV.3 – ECONOMÍA..... | 27 |
| IV.4 – PERSONALIDADES RECONOCIDAS | 28 |
| IV.5 – CLIMA | 28 |
| IV.6 – TOPOGRAFÍA | 30 |
| IV.7 – GEOMORFOLOGÍA | 30 |
| IV.7.A – SUELOS..... | 31 |
| IV.8 – ASPECTOS AMBIENTALES | 34 |
| IV.9 – INFRAESTRUCTURA URBANA | 35 |
| V. – RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO | 36 |
| VI. – POBLACIÓN | 45 |
| VI.1 – PROYECCIÓN POR MÉTODO DE TASAS ANUALES DECRECIENTES.... | 46 |
| VI.1.A - CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA..... | 47 |

| | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 7 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



| | |
|--|-----------|
| V.I.B – TABLA RESUMEN..... | 48 |
| VII. – CAUDALES..... | 49 |
| VII.1 – CAUDAL MÍNIMO DE AUTOLIMPIEZA..... | 51 |
| VIII – RED COLECTORA DE LÍQUIDOS CLOACALES | 52 |
| VIII.1 – TRAZADOS TÍPICOS | 53 |
| VIII.2 – DISPOSICIONES DE DISEÑO | 55 |
| VIII.2.A – PENDIENTE MÍNIMA..... | 56 |
| VIII.2.B – VELOCIDAD MÍNIMA..... | 58 |
| VIII.2.C – VELOCIDAD MÁXIMA..... | 60 |
| V.III.2.D – PENDIENTE MÁXIMA | 61 |
| VIII.2.E – TAPADA..... | 61 |
| VIII.2.F – DIÁMETRO MÍNIMO..... | 62 |
| VIII.2.G – SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CONDUCTOS..... | 63 |
| VIII.2.H – SELECCIÓN DEL MATERIAL DEL CONDUCTO..... | 63 |
| VIII.2.I – UBICACIÓN DE LAS COLECTORAS | 64 |
| V.III.2.J – CONEXIÓN DOMICILIARIA..... | 65 |
| V.III.2.K – BOCAS DE REGISTRO..... | 68 |
| V.III.2.L – DISPOSICIONES ESPECIALES | 71 |
| VIII.3 – CÁLCULO Y DISEÑO DE LA RED COLECTORA CLOACAL..... | 72 |
| V.III.3.A – CÁLCULO DE DIÁMETRO NECESARIO..... | 73 |
| V.III.3.B – TRAZADO DE LA RED | 74 |
| VIII.4 – VERIFICACIÓN DE LAS CAÑERÍAS | 91 |
| VIII.4.A – PRUEBA HIDRÁULICA A ZANJA ABIERTA..... | 91 |

| | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 8 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



| | |
|--|-----------|
| VIII.4.B – PRUEBA A ZANJA RELLENA..... | 91 |
| VIII.4.C – VERIFICACIÓN DE LAS BOCAS DE REGISTRO..... | 91 |
| VIII.4.D – PRUEBA DEL TAPÓN..... | 92 |
| IX – ESTACIÓN DE BOMBEO..... | 93 |
| IX.1 – UBICACIÓN | 95 |
| IX.2 – REJAS | 95 |
| IX.2.A – REJAS DE LIMPIEZA MANUAL..... | 95 |
| IX.3 – DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS CÁMARAS HUMEDAS | 96 |
| IX.3.A – EQUIPOS DE BOMBEO..... | 100 |
| IX.3.B – BOMBAS CENTRIFUGAS | 101 |
| IX.3.C – INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS | 102 |
| IX.3.D – MEDICIÓN DE CAUDALES..... | 102 |
| IX.3.E – VÁLVULAS..... | 103 |
| IX.4 – CÁLCULO HIDRÁULICO ESTACIÓN DE BOMBEO | 103 |
| IX.4.A – SELECCIÓN DE LA BOMBA | 105 |
| IX.4.B – ALTURA GEOMÉTRICA DE BOMBEO..... | 105 |
| IX.4.C – CÁLCULO DE PÉRDIDAS..... | 106 |
| IX.5 – DISEÑO ESTACIÓN DE BOMBEO DEL PROYECTO | 112 |
| IX.5.A – DISEÑO DE LAS REJAS..... | 112 |
| IX.5.B – MEDICIÓN DE LOS CAUDALES..... | 113 |
| IX.6 – CÁLCULO ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE BOMBEO | 114 |
| IX.6.A – PREDIMENSIONADO ESPESOR DE PARED ESTACIÓN DE BOMBEO | 116 |
| IX.6.B – CÁLCULO DE ARMADURA POR TRACCIÓN | 117 |

| | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 9 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



| | |
|--|------------|
| IX.6.C – CÁLCULO DE ARMADURA POR FLEXIÓN | 119 |
| IX.6.D – CÁLCULO LOSA DE FONDO | 123 |
| X. – TRATAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS CLOACALES | 127 |
| X.1 – CARACTERÍSTICAS DE LOS LÍQUIDOS RESIDUALES DOMÉSTICOS .. | 127 |
| X.2 – OPERACIONES FÍSICAS | 133 |
| X.2.A – REJAS | 133 |
| X.3 – OPERACIONES BIOLÓGICAS | 133 |
| X.3.A – LAGUNA FACULTATIVA | 133 |
| X.3.B – DIMENSIONAMIENTO DE LAGUNA FACULTATIVA | 136 |
| X.3.C – LAGUNA DE MADURACIÓN | 141 |
| X.3.D – DIMENSIONAMIENTO LAGUNA DE MADURACIÓN | 142 |
| XI. – CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO | 150 |
| XII. – TIEMPOS DE PROYECTO | 157 |
| XIII. – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 159 |
| XIII.1 – FACTORES DEL MEDIO | 160 |
| X.III.2 – ACCIONES DEL PROYECTO QUE IMPACTAN EN EL MEDIO | 161 |
| X.III.3 – VALORACIÓN CUALITATIVA | 164 |
| XIII.3.A – INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA | 169 |
| XIII.3.B – CONCLUSIÓN MATRIZ DE IMPORTANCIA | 178 |
| XIII.4 – MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO | 182 |
| XIV. – CONCLUSIONES | 190 |
| XV. – BIBLIOGRAFÍA | 192 |

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 10 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



| | |
|---|------------|
| XVI. – ANEXOS..... | 195 |
| XVI.1 – PLANILLA RELEVAMIENTO ALTIMÉTRICO | 195 |
| XVI.2 – DIAGRAMA DE GANTT | 197 |
| XVI.3 – MATRICES PARA CADA ATRIBUTO | 200 |
| XVI.4 – PLANOS..... | 211 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 11 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Provincia de Córdoba. (Fuente: Mapade.org)..... | 24 |
| Figura 2 - Departamento San Justo (Fuente: Mapade.org)..... | 25 |
| Figura 3- Localidad atravesada en sentido Este-Oeste por la RP 17 (Fuente: Google Maps). | 25 |
| Figura 4 - Imagen satelital de Altos de Chipión (Fuente: Google Earth)..... | 26 |
| Figura 5 - Producción Ganadera (Fuente: La voz de San Justo). | 27 |
| Figura 6 - Producción Agrícola (Fuente: AgroVerdad)..... | 28 |
| Figura 7- Temperatura Media Anual República Argentina (Fuente: INTA)..... | 29 |
| Figura 8 - Ambientes Geomorfológicos de la Provincia de Córdoba (Fuente: Los Suelos. ACASE-INTA, 2006). | 31 |
| Figura 9 - Suelos de la República Argentina (Fuente: GeoINTA). | 32 |
| Figura 10 - Zona perteneciente a la localidad de Altos de Chipión (Fuente: GeoINTA)..... | 33 |
| Figura 11- Medición mediante Nivel Óptico y Mira graduada (Fuente: Axisima.com). | 37 |
| Figura 12 - Esquema de avance en la tarea de Nivelación. | 39 |
| Figura 13 - Representación sombreada del avance en el primer día de medición..... | 41 |
| Figura 14 - Representación sombreada del avance en el segundo día de medición. | 42 |
| Figura 15 - Representación sombreada del avance en el tercer día de medición. | 43 |
| Figura 16 - Medición sobre calle Córdoba. | 44 |
| Figura 17 - Medición del tramo Estación de bombeo - Planta de tratamientos..... | 44 |
| Figura 18 - Trazados típicos (Fuente: ENOHSa). | 53 |
| Figura 19 - Trazados típicos (Fuente: ENOHSa). | 54 |
| Figura 20 - Trazados típicos (ENOHSa). | 54 |
| Figura 21 - Sistema tradicional de ventilación externa y domiciliaria. (ENOHSa, 1993). | 55 |
| Figura 22 - Pendientes del terreno. 1er Caso..... | 56 |
| Figura 23 - Pendientes del terreno. 2do Caso..... | 57 |
| Figura 24 - Pendientes del terreno. 3er Caso..... | 57 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 13 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| | |
|---|-----|
| Figura 25 - Parámetros de la sección de un círculo (ENOHSa, 1993) | 59 |
| Figura 26 - Perfil transversal de una zanja tipo para red cloacal. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010). | 62 |
| Figura 27- Empalme domiciliario para $D < 300$ mm y $h < 2$ m. (Fuente: ENOHSa) | 65 |
| Figura 28 - Corte Empalme domiciliario para tapada $< 2 - 2,5$ m. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010). | 66 |
| Figura 29 - Conexión domiciliaria para tapada $> 2,5$ m (Variante). (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010). | 66 |
| Figura 30 - Conexiones domiciliarias. (Fuente: Rosarionoticias.gob.ar) | 68 |
| Figura 31 - Boca de registro de Hormigón Simple para profundidades hasta 2,5 m. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA) ... | 70 |
| Figura 32 - Vista en planta de Boca de registro. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010)..... | 70 |
| Figura 33 - : Boca de registro de Hormigón Simple para profundidades $> 2,5$ m. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010)..... | 71 |
| Figura 34 - Primera alternativa de diseño..... | 78 |
| Figura 35 - Segunda alternativa de diseño..... | 80 |
| Figura 36 - Estación de bombeo con cámara seca. (Fuente: Apuntes de Ingeniería Sanitaria – Recopilación Ing. Esteban Díaz, UTN) | 94 |
| Figura 37 - Estación de bombeo con cámara húmeda. (Fuente: Apuntes de Ingeniería Sanitaria – Recopilación Ing. Esteban Díaz, UTN) | 94 |
| Figura 38 - Perfil de elevación Estación de Bombeo – Planta de Tratamientos. | 106 |
| Figura 39 - Rugosidad absoluta de los materiales. (Disponible en: https://elaborate.uca.es/wp-content/uploads/2018/11/Rugosidad-absoluta-de-materiales.pdf) | 109 |
| Figura 40 - Diagrama de Moody. | 109 |

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 14 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



| | |
|--|-----|
| Figura 41 - Gráfico para la elección de la bomba. (Fuente: “La serie de bombas Flygt”, catálogo Flygt)..... | 111 |
| Figura 42 - Aforador Parshall. (Fuente: flowmaster.com.br)..... | 113 |
| Figura 43 - Empuje hidrostático. | 115 |
| Figura 44 - Esfuerzo de tracción en depósitos cilíndricos empotrados en el fondo – (Fuente: Montoya Jiménez P., A. García Meseguer, F. Morán Cabré (2000): Hormigón Armado | 118 |
| Figura 45 - – Momentos en depósitos cilíndricos empotrados en el fondo – (Fuente: Montoya Jiménez P., A. García Meseguer, F. Morán Cabré: Hormigón Armado | 120 |
| Figura 46 - Tabla de Marcus; Losa empotrada en todas sus direcciones. (Disponible en: https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci_32_2._10_tabla_4_coeficientes_del_metodo_de_marcus.pdf)..... | 124 |
| Figura 47 - Lagunas facultativas en paralelo (Fuente: Aguasdelnortesalta.com)..... | 136 |
| Figura 48 - Sección transversal Laguna Facultativa..... | 140 |
| Figura 49 - Laguna de maduración con muros internos (Fuente: Issuu.com) | 142 |
| Figura 50 - Sección transversal Laguna de Maduración | 147 |
| Figura 51 - Riego de cultivos (Fuente: AgroArgentina.com)..... | 148 |
| Figura 52 - Riego de caminos de tierra (tankor.com)..... | 148 |
| Figura 53 - Ubicación Planta de Tratamientos | 149 |
| Figura 54 - Esquema de división de tareas a lo largo de dos semanas | 158 |
| Figura 55 - Importancia del Impacto. (Fuente: V. Conesa Fdez. - Vítora: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 2010) | 166 |
| Figura 56 - Manifestación temporal de los efectos. (Fuente: V. Conesa Fdez. - Vítora: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 2010) | 167 |
| Figura 57 - Escala de valores de los impactos..... | 167 |
| Figura 58 - Distribución porcentual de impactos | 178 |
| Figura 59 - Porcentaje de acciones | 179 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 15 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| | |
|---|-----|
| Figura 60 - Impactos en la etapa de construcción | 179 |
| Figura 61 - Impactos en la etapa de operación | 180 |
| Figura 62 - Impactos sobre factores naturales | 181 |
| Figura 63 - Impactos sobre factores socio-económicos..... | 181 |

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 16 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1 - Cantidad de habitantes según proyección. | 48 |
| Tabla 2 - Coeficientes para caudales vertidos a colectoras (Fuente: ENOHSa). | 50 |
| Tabla 3 - Pendientes mínimas en función del diámetro..... | 58 |
| Tabla 4 - Pendientes máximas en función del diámetro..... | 61 |
| Tabla 5 - Distancias máximas entre BR en función del diámetro | 69 |
| Tabla 6 - Caudales de diseño para el año 2050. | 73 |
| Tabla 7 - Frecuencia de arranques admisibles. (Fuente: ENOHSa) | 98 |
| Tabla 8 - Estación con todas las bombas iguales. (Fuente: ENOHSa)..... | 101 |
| Tabla 9 - Estándares Físicos | 131 |
| Tabla 10 - Estándares biológicos y orgánicos | 131 |
| Tabla 11 - Datos para laguna facultativa | 138 |
| Tabla 12 - Modelo HERMANN y GLOYNA (DBO5) en laguna facultativa..... | 139 |
| Tabla 13 - Modelo THIRIMURTHI (Coliformes fecales) en laguna facultativa..... | 139 |
| Tabla 14 - Datos para laguna de maduración | 145 |
| Tabla 15 - Modelo MARAIS y SHAW (eficiencia en reducción DBO5) en Laguna de maduración | 145 |
| Tabla 16 - Modelo THIRIMURTHI (eficiencia en reducción de coliformes fecales) en Laguna de maduración..... | 146 |
| Tabla 17 - Costos/Mes cuadrilla nro. 1 | 151 |
| Tabla 18 - Costos/Mes cuadrilla nro. 2 | 151 |
| Tabla 19 - Cómputo y presupuesto red cloacal | 152 |
| Tabla 20 - Cómputo y presupuesto estación de bombeo | 153 |
| Tabla 21 - Cómputo y presupuesto planta de tratamientos | 154 |
| Tabla 22 - Costos por hora de cada máquina | 155 |
| Tabla 23 - Costo total de maquinaria | 155 |

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 18 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



| | |
|--|-----|
| Tabla 24 - Presupuesto total del proyecto | 156 |
| Tabla 25 - Matriz de identificación de efectos | 163 |
| Tabla 26 - Matriz de valoración de Importancia de impactos | 168 |
| Tabla 27 - Diagrama de gantt cuadrilla norte | 197 |
| Tabla 28 - Diagrama de gantt cuadrilla sur | 198 |
| Tabla 29 - Tareas en general..... | 199 |
| Tabla 30 - Matriz de Signos | 200 |
| Tabla 31 - Matriz de Intensidad..... | 201 |
| Tabla 32 - Matriz de Extensión | 202 |
| Tabla 33 - Matriz de Momento..... | 203 |
| Tabla 34 - Matriz de Persistencia | 204 |
| Tabla 35 - Matriz de Reversibilidad | 205 |
| Tabla 36 - Matriz de Recuperabilidad | 206 |
| Tabla 37 - Matriz de Sinergia | 207 |
| Tabla 38 - Matriz de Acumulación..... | 208 |
| Tabla 39 - Matriz de efectos | 209 |
| Tabla 40 - Matriz de Periodicidad | 210 |
| Tabla 41 - Planos | 211 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 19 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



I. - INTRODUCCIÓN

Un desagüe cloacal o simplemente cloaca, es un canal o conducto destinado a la evacuación de residuos líquidos de origen doméstico o industrial. Un sistema completo de conductos destinados a tal fin se denomina red colectora cloacal.

Los cambios constantes de población, aumento de desperdicios, las depreciaciones y otras condiciones, exigirán permanentemente la correcta conservación y ampliación de las redes.

El objetivo de las redes colectoras es evacuar y concentrar los residuos líquidos producto de las distintas actividades humanas, llamados “aguas negras” o “aguas servidas”, a los efectos de realizar un tratamiento y no causar perjuicios, proteger la salud y bienestar de la comunidad.

Etapas del Proyecto:

- **Investigaciones preliminares:** Consiste en la recopilación de todos los datos preexistentes de la población a servir, como Mapas, Cantidad de líquido residual (en función del consumo de agua potable de la población), Cantidad y tipos de industrias, Recopilación de planos de ubicación de servicios públicos existentes.
- **Reconocimiento del Subsuelo:** Mediante estudios de suelos, a fin de determinar si el suelo es desmoronable, auto-portante, roca, con presencia de nivel freático, etc.
- **Relevamiento Planialtimétrico:** Mediante el análisis de planos ya existentes, o realizando un relevamiento topográfico. Se deberá indicar la existencia de pavimentos, anchos de calle, calles principales y secundarias, espacios públicos, vías férreas, etc. En altimetría se indicarán todas las cotas de las intersecciones de los ejes de las calles y cambios bruscos de pendientes sobre la traza de la colectora.
- **Elaboración de la documentación:** Memoria descriptiva, memoria de cálculo, planos, etc.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 21 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



II. - OBJETIVOS

II.1 – OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollar el proyecto de red colectora cloacal para la localidad de Altos de Chipión, abarcando las etapas de diseño, cálculo, análisis económico e impacto ambiental.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera Ingeniería Civil en la Universidad Católica de Córdoba de manera interdisciplinaria.

II.2 – OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar un proyecto viable tanto en el aspecto económico como en el ambiental para que pueda ser materializado en la localidad de Altos de Chipión, otorgando una mejor calidad de vida a sus habitantes.
- Lograr la menor tapada final posible, para reducir costos de movimiento de suelos y simplificar la etapa de excavación.
- Afianzar los conocimientos adquiridos durante la materia Ingeniería Sanitaria, en especial en la temática de residuos cloacales.
- Afianzar los conocimientos adquiridos durante la materia Gestión Ambiental, en la temática Estudio de Impacto Ambiental.
- Afianzar los conocimientos adquiridos durante la materia Organización de Obras, en particular sobre cómputo y presupuesto de obra, tiempos de la misma y plan de avance.
- Afianzar los conocimientos adquiridos durante la materia Geotecnia, en particular sobre aptitudes de los suelos.
- Afianzar los conocimientos adquiridos durante la materia Topografía, en lo referido a Relevamiento Planialtimétrico.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 22 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



III. – ALCANCES Y METAS

El alcance de este documento consiste en realizar una propuesta a nivel de anteproyecto avanzado, el cual permite ser utilizado como base para un proyecto completando los faltantes que se mencionan más adelante.

El presente trabajo tiene como meta realizar el diseño y cálculo de la red colectora de líquidos cloacales, su estación de bombeo en caso de ser necesario y el dimensionamiento de su planta de tratamientos, teniendo en cuenta los reglamentos y normativas vigentes.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 23 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IV. – CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

IV.1 – UBICACIÓN

Altos de Chipión es una localidad perteneciente a la provincia de Córdoba, Argentina situada en el departamento San Justo. Está compuesta aproximadamente por 2235 habitantes distribuidos en todo el ejido del pueblo (localidad urbana y campos ubicados en los alrededores) y se encuentra ubicada a 30°57' latitud sur y a 62° 21' longitud oeste. Es atravesada por la ruta provincial N°17, próxima a la ciudad de Balnearia, a 91 km de la ciudad de San Francisco y a 217 km de Córdoba Capital.



Figura 1 - Provincia de Córdoba. (Fuente: Mapade.org).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 24 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 2 - Departamento San Justo (Fuente: Mapade.org).



Figura 3- Localidad atravesada en sentido Este-Oeste por la RP 17 (Fuente: Google Maps).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 25 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 4 - Imagen satelital de Altos de Chipión (Fuente: Google Earth).

IV.1.A – LOCALIDADES LIMÍTROFES

- Al Norte: Laguna de mar chiquita
- Al Oeste: Balnearia, Miramar.
- Al Sur: Colonia Valtelina.
- Al Este: La Paquita, Porteña, Brinkmann.

IV.2 – HISTORIA

Si bien la localidad no posee acta de fundación, se reconoce como fundador al Ingeniero Civil Atanasio Iturbe, jujeño nacido un 4 de febrero de 1870, el cual con fecha 20 de abril de 1910 concedió poder especial para que se pueda tramitar la solicitud de traslado de un pueblo a ubicarse dentro de un campo de su propiedad, donando a perpetuidad al gobierno de Córdoba los terrenos para calles, plazas y edificios públicos que fuesen necesario. Altos de Chipión fue fundada un 6 de mayo de 1910.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 26 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IV.3 – ECONOMÍA

La actividad primaria más desarrollada está constituida por la producción agrícola-ganadera. Consta de 16.000 hectáreas destinadas a la ganadería y otras al cultivo de forrajes, cereales y oleaginosas. En cuanto a la producción láctea existen veinticinco tambos, muchos de los cuales son tambos familiares.

En el sector secundario, se pueden encontrar industrias como una fábrica de colchones, somieres y juegos de living que trabaja a nivel nacional.

En el sector terciario se pueden encontrar comercios como: dos supermercados, varios almacenes y kioscos, negocios de indumentaria, farmacias y otras varias actividades comerciales típicas.



Figura 5 - Producción Ganadera (Fuente: La voz de San Justo).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 27 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 6 - Producción Agrícola (Fuente: AgroVerdad).

IV.4 – PERSONALIDADES RECONOCIDAS

Dentro de las personalidades reconocidas a nivel país y mundial, oriundas de Altos de chipión, se encuentran el Dr. Baldo Edgardo, Director de Centro Científico Tecnológico CONICET Córdoba; Nicolás y Guillermo Burdisso, Conocidos jugadores de fútbol profesional; Diego “Chipi” Brezzo: jugador de Básquet profesional, entre otros.

IV.5 – CLIMA

El clima en Altos de Chipión, como así también en casi toda la provincia de Córdoba, es templado moderado con las cuatro estaciones bien definidas. En términos generales el clima es pampeano, de inviernos no muy fríos y poco lluviosos. Los veranos son húmedos, con días calurosos y noches frescas. Los vientos del este y del oeste son raros, de corta duración y poca intensidad, en primavera “soplan” con fuerza creciente principalmente del norte y el noreste a medida que un centro de depresión ciclónica se define en el frente polar. En el verano pueden producirse tormentas eléctricas y ocasionalmente caída de granizo.

La temperatura media anual está comprendida entre 16° y 18 °C. En enero, el mes más cálido del verano austral, la máxima media es de 31 °C y la mínima de 17 °C. En julio, el mes más

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 28 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



frío, las temperaturas medias son de 19 °C de máxima y 4 °C de mínima. Aún en invierno son frecuentes los días cálidos, debido a la influencia del viento Zonda.

Las lluvias son estacionales de verano con unos 800 mm anuales.

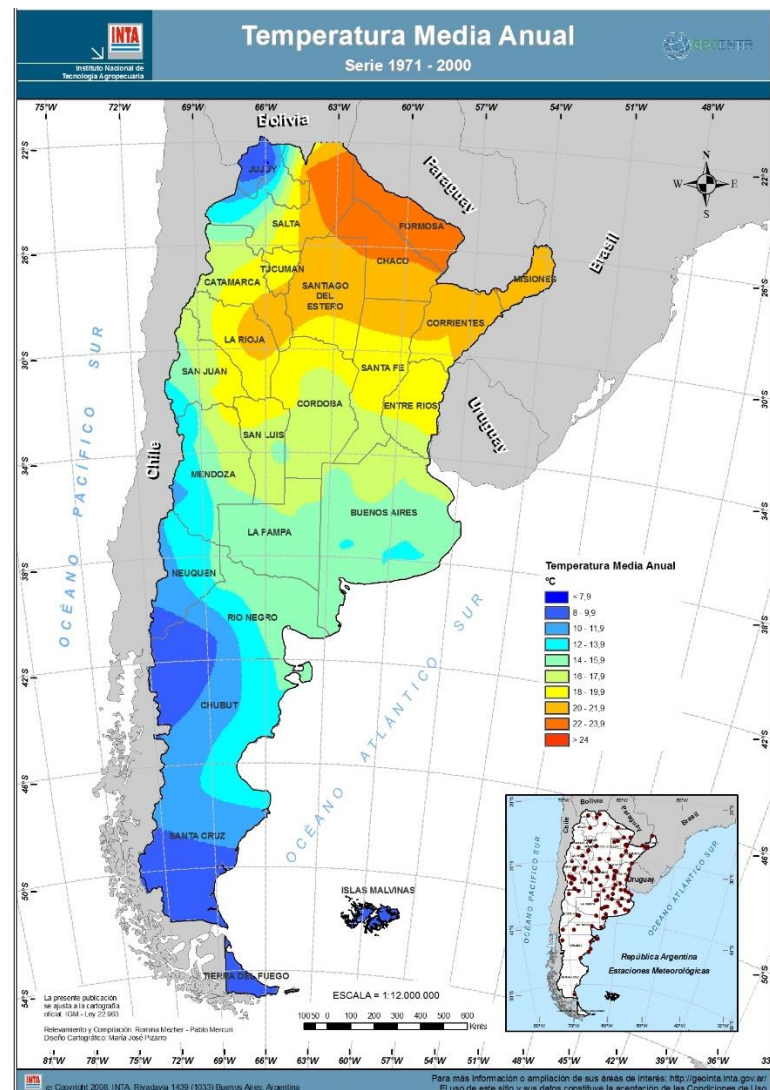


Figura 7- Temperatura Media Anual República Argentina (Fuente: INTA)

| | | | |
|---|--|----------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 29 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IV.6 – TOPOGRAFÍA

La localidad se caracteriza por encontrarse en una zona elevada respecto a sus alrededores, de ahí su nombre Altos, pero a pesar de eso se encuentra en una zona de llanura, con proximidad a la Laguna Mar Chiquita (3 km hacia el norte) y al río Xanaes (7 km). Particularmente dentro del pueblo el desnivel entre esquinas de las manzanas es muy bajo, lo que dificulta el escurrimiento superficial del agua de lluvia. Vale destacar también, la presencia de una laguna de retención en la zona Sur-Oeste de la localidad, que recoge parte del desagüe pluvial de la misma.

IV.7 – GEOMORFOLOGÍA

Altos de Chipión se encuentra en la región correspondiente a la Pampa Loessica Altos de Morteros, ubicada al Este de la provincia de Córdoba, en el límite con Santa Fe.

Corresponde a una llanura con pendientes mínimas hacia el Este no superior al 0,5%, propagándose hacia la provincia de Santa Fe. Esta región posee una marcada y elevada separación con respecto a la depresión fluvio-lacustre del Mar de Ansenúza (laguna Mar Chiquita). Al oeste, limita con la Depresión del arroyo Tortugas – San Antonio que constituye una faja deprimida y alargada con orientación Norte – Sur, ubicada al Sur del Mar de Ansenúza.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 30 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |

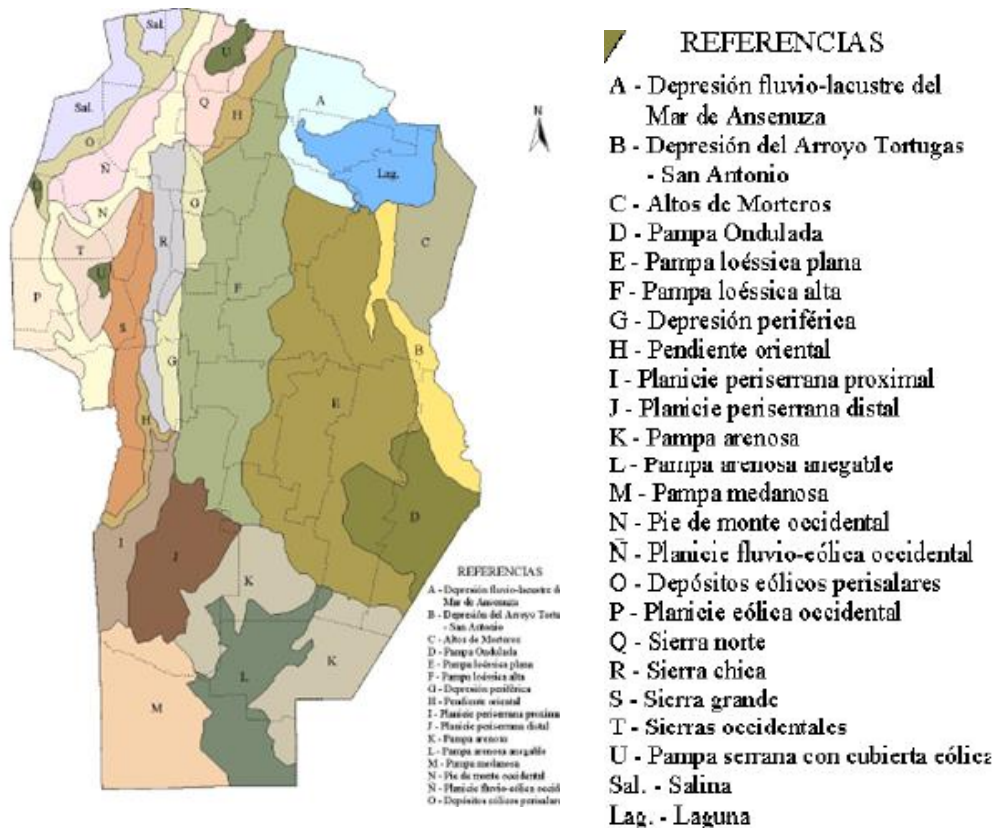


Figura 8 - Ambientes Geomorfológicos de la Provincia de Córdoba (Fuente: Los Suelos. ACASE-INTA, 2006).

IV.7.A – SUELOS

Según “Los Suelos” (ACASE-INTA) la región Altos de Morteros está constituida por materiales loésicos franco limosos y suelos en general moderadamente bien drenados de acorde a las características muy planas del relieve, con la capa freática fluctuante sobre la superficie. La planicie está surcada por vías de escurrimiento subparalelas hacia el Este donde los suelos presentan condiciones de hidromorfismo más acentuado que en las lomas y son frecuentes las cementaciones y subsuelos densos de arcilla dentro del metro de profundidad.

Para poder identificar cartográficamente los tipos de suelos, se usa un símbolo a partir de una abreviatura alfabética que designa el nombre del subgrupo de suelo dominante. Separado

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 31 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



el símbolo alfabético por un guion, hay un número que especifica la unidad ya que puede haber varias de ellas para el mismo subgrupo.

De acuerdo al Mapa de suelos de la República Argentina con escala de reconocimiento 1:1.000.000 y 1:500.000 del visor brindado por GeoINTA, en la localidad predomina un suelo Mltc-50. La primera letra mayúscula indica el Orden (M = Molisoles), la segunda identifica el Gran grupo (MI = Argiudoles) y las últimas dos letras minúsculas indican los Subgrupos de acuerdo a un código de conversiones, en este caso, tc = típico, por lo tanto, se trata de Argiudoles típicos.



Figura 9 - Suelos de la República Argentina (Fuente: GeoINTA).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 32 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 10 - Zona perteneciente a la localidad de Altos de Chipión (Fuente: GeoINTA).

Tal como se describe en Los suelos (ACASE – INTA.2006) la unidad Mltc-50 está compuesta por:

- 1. Suelos de lomas y planos altos (Argiudol típico) 40%. Moderadamente bien drenado; profundo (+ de 100 cm); franco limoso en superficie; franco arcilloso en subsuelo; bien provisto de materia orgánica; alta capacidad de intercambio.

Limitantes: Drenaje algo impedido; el suelo permanece mojado por cortos pero significativos

- 2. Suelos planos bajos (Natralbol típico) 30% Imperfectamente drenado; profundo (+ de 100 cm); franco limoso en superficie; franco limoso en subsuelo; levemente salino; sódico en el subsuelo; bien provisto de materia orgánica; alta capacidad de intercambio.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 33 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Limitantes: Drenaje imperfecto; el suelo permanece mojado por importantes lapsos de tiempo. Salinidad leve; puede perjudicar el crecimiento de cultivos muy sensibles. Sodicidad moderada; manifiesta degradación física de los suelos, los cultivos se ven afectados.

- 3. *Suelos de planos intermedios y depresiones (Argialbol típico) 30%. Imperfectamente drenado; profundo (+ 100 cm); franco limoso en superficie; franco arcilloso limoso en subsuelo; bien provisto de materia orgánica; alta capacidad de intercambio; ligeramente inclinado.*

Limitantes: Drenaje imperfecto; el suelo permanece mojado por importantes lapsos de tiempo. Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica.

Debido a la escala de reconocimiento del tipo de suelo presente, será necesario realizar estudios de suelos a las profundidades requeridas en las zonas que se consideren necesario al momento del emplazamiento de la obra para tener un mayor grado de precisión con respecto a la composición del mismo.

IV.8 – ASPECTOS AMBIENTALES

Es importante destacar que la localidad cuenta con un vertedero (basural) a cielo abierto que no cumple con las condiciones mínimas que estos deberían tener, por lo que en días de viento cruzado desde el Norte y el Este los olores se perciben desde el pueblo y se detecta la presencia de humo cuando se incineran residuos.

Todas las viviendas cuentan con un sistema de cámara séptica y pozo absorbente para el tratamiento de sus efluentes cloacales, estos tienen la desventaja de que efluentes pueden terminar en las napas de agua subterráneas y amenazan futuras fuentes de agua y por consiguiente la salud de la población.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 34 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IV.9 – INFRAESTRUCTURA URBANA

Actualmente Altos de Chipión cuenta con un 60% de sus calles pavimentadas y un 80% de las mismas con cordón cuneta. Toda la localidad cuenta con red de agua potable y tendido eléctrico y está próxima a ejecutarse la red de gas natural.

En cuanto a infraestructura edilicia, el pueblo cuenta con una comisaría local, un dispensario municipal, una clínica privada, el predio del “Club Social Deportivo y Biblioteca Popular Altos de Chipión”, el jardín de infantes y colegio primario “Reconquista”, el colegio secundario “José Manuel Estrada”, el Museo municipal “Los Sanavirones”, la plaza municipal “Atanasio Iturbe”, el parque “Jonas Salk” y la cooperativa de servicios públicos “Altos de chipión Limitada”, entre los edificios más relevantes.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 35 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



V. – RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

En los estudios topográficos, pueden diferenciarse por un lado aquellos denominados globales y por el otro, los del área a sanear. Los primeros están destinados a brindar información respecto al nivel general de servicios existentes y alternativas de uso de cuerpos receptores e impacto ambiental. Los segundos se encargan de brindar información planialtimétrica del área urbanizada y la de diseño, incluyendo expansiones previsibles, con el objeto de complementar con información de infraestructura existente y de calidad de suelos, a fin de permitir el diseño de las obras de transporte, bombeo, tratamiento y descarga, hasta donde puedan producirse efectos sensibles.

La localidad se encuentra en una zona relativamente “plana” con pendientes muy bajas. Vale destacar la cercanía de la misma con respecto a la Laguna Mar Chiquita, aspecto a considerar en cuanto a la descarga de los líquidos una vez que fueron tratados.

Debido a la falta de planos altimétricos del pueblo se vio necesario ir a relevar el mismo. En este caso, se utilizó un nivel óptico para determinar las cotas altimétricas y pendientes de las calles. Por último, se confeccionaron planos detallando las mismas.

El método que se utilizó para el relevamiento es el de Nivelación Geométrica, el cual consiste en establecer una cota inicial para el primer punto de estación, llamándose “punto de estación” al punto donde se fija el nivel óptico. Este se toma de referencia para determinar la cota de los puntos restantes como la diferencia entre la altura medida al punto correspondiente y la altura instrumental del alfiler, sumada a la cota del punto de estación.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 36 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

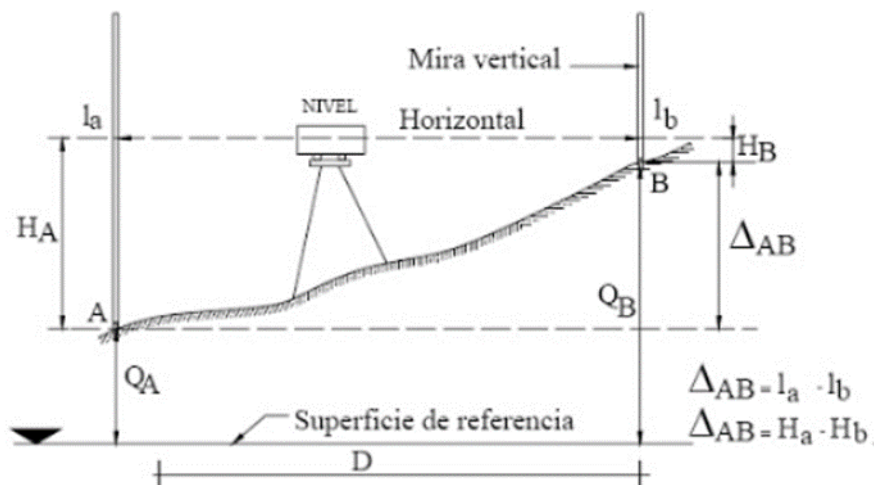


Figura 11- Medición mediante Nivel Óptico y Mira graduada (Fuente: Axisima.com).

Para lograr la exactitud necesaria la distancia entre puntos no debe ser excesiva, preferentemente menor a 150 m, ya que la apreciación de la mira es de 0,5 cm y se dificulta la lectura para grandes distancias.

Instrumental utilizado:

- Nivel Óptico Pentax AP-230: es un instrumento que tiene como finalidad la medición de desniveles entre puntos que se hallan a distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido.
- Mira telescópica de aluminio, graduada para nivel óptico, de 5 m.
- Libreta de campo y lápiz.
- Calculadora.
- Aerosoles (dos colores, uno para marcar puntos de estación y otro para puntos restantes relevados).
- Conos de seguridad para señalizar
- Chaleco refractario.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 37 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



El trabajo de campo se realizó en un total de 3 días, relevando mañana y tarde hasta que la luz solar no permitiera apreciar con claridad las lecturas en la mira telescópica.

Se utilizó la esquina de las calles Dalla Fontana y Luchini como punto de partida, por lo que le corresponde la Cota $E1=10,00$, ubicada al sur oeste del pueblo y luego se fue avanzando en sentido Oeste-Este con distintos puntos de estación en “zigzag” a lo largo de las calles Dalla Fontana y Córdoba, hasta el otro extremo del pueblo.

Lo siguiente fue realizar el recorrido inverso, es decir, en sentido Este-Oeste pero esta vez entre las calles Mariano Moreno y Rivadavia, verificando las cotas calculadas sobre la calle Dalla Fontana y calculando cotas nuevas, también avanzando en “zigzag” y de esta manera seguir con el resto de las calles, siempre desplazándose, de manera indirecta, hacia la zona Norte de la localidad.

Es importante destacar que cada dos puntos de estaciones se tomaban como referencia la cota de un punto fijo, ya sea la base de un poste de luz o cordón cuneta con el fin de poder retomar desde ese punto las mediciones en caso de necesitar frenar el trabajo, ya que estos elementos no sufrirán cambios de altura en el tiempo.

Por otro lado, también se vio necesario relevar los primeros 300 m de todos los accesos o caminos de tierra que concurren a la localidad, debido a que por alguno de ellos se ubicará la cañería que proviene de la estación bombeo y deriva en las lagunas de tratamiento.

En total se realizaron 45 puntos de estación y se relevaron más de 70 puntos en toda la localidad, entre esquinas, niveles de badenes y puntos fijos.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 38 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |

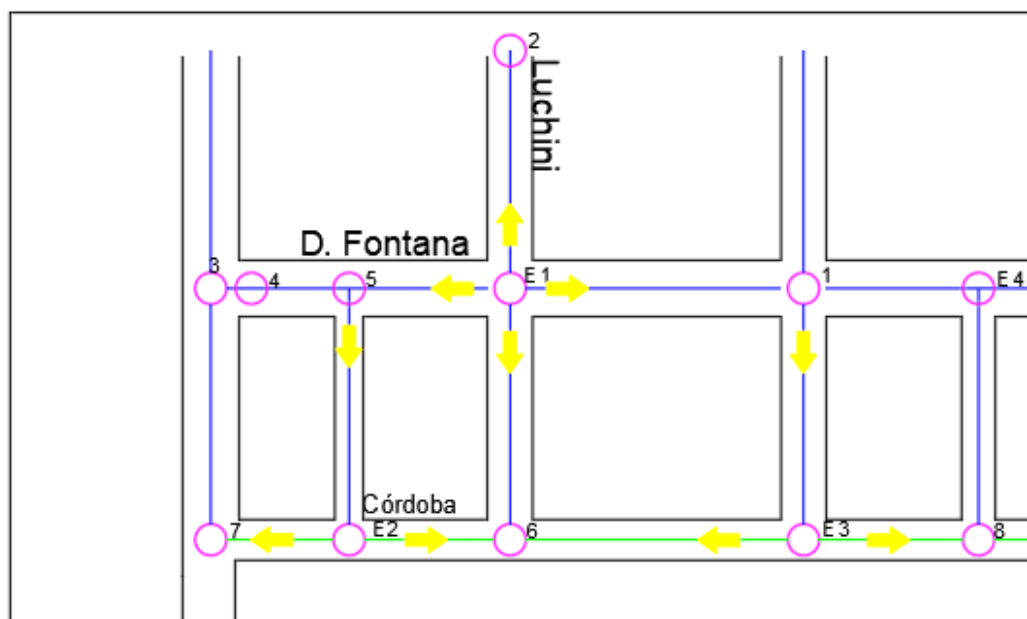


Figura 12 - Esquema de avance en la tarea de Nivelación.

Ejemplo de cálculo con Estaciones 1 y 2:

En estación 1:

- $h_i = 1,36$ m (h_i : altura instrumental)
- Cota E1 = 10,00
- Lectura punto 1 = 1,26
- Lectura punto 2 = 1,22
- Lectura punto 3 = 1,20
- Lectura punto 4 = 1,54
- Lectura punto 5 = 1,47
- Lectura punto 6 = 1,35
- Lectura punto 6' = 1,44

Para el cálculo de cotas:

- Cota punto 1 = (h_i - Lectura punto 1) + Cota E1 = 10,10

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 39 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- Cota punto 2= 10,14
- Cota punto 3= 10,16
- Cota punto 4= 9,82
- Cota punto 5= 9,89
- Cota punto 6= 10,01
- Cota punto 6'= 9,92

Cambio de estación 1 a 2:

- $hi_2 = 1,26$ (altura instrumental de estación 2)
- Lectura punto 5= 1,43
- $Cota E_2 = (lectura\ pto\ 5 - hi_2) + Cota\ pto\ 5 = 10,06$

En estación 2:

- Lectura pto 6 (para verificar la cota calculada desde estación 1)
- Lectura punto 7

En el Anexo se encuentra una planilla con las mediciones realizadas y el plano con los puntos totales relevados y sus respectivas cotas, que permiten apreciar las pendientes de las calles.

En las siguientes imágenes se muestra cuál fue el avance en cada uno de los tres días de relevamiento.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 40 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- Día 1:

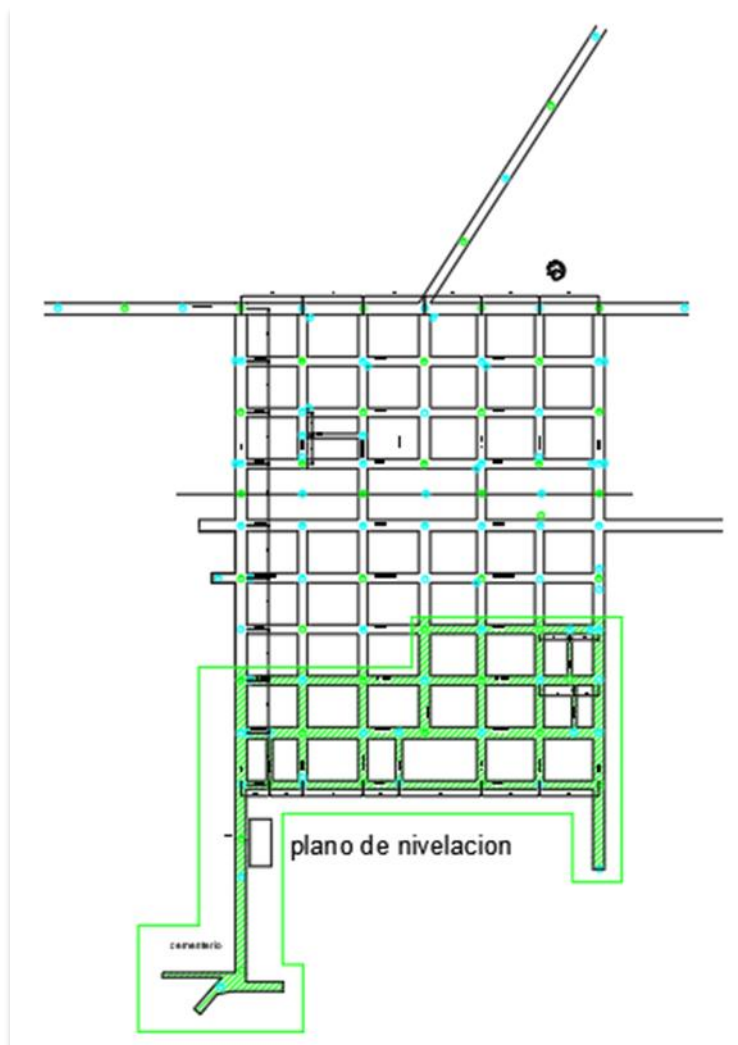


Figura 13 - Representación sombreada del avance en el primer día de medición.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 41 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- Día 2:

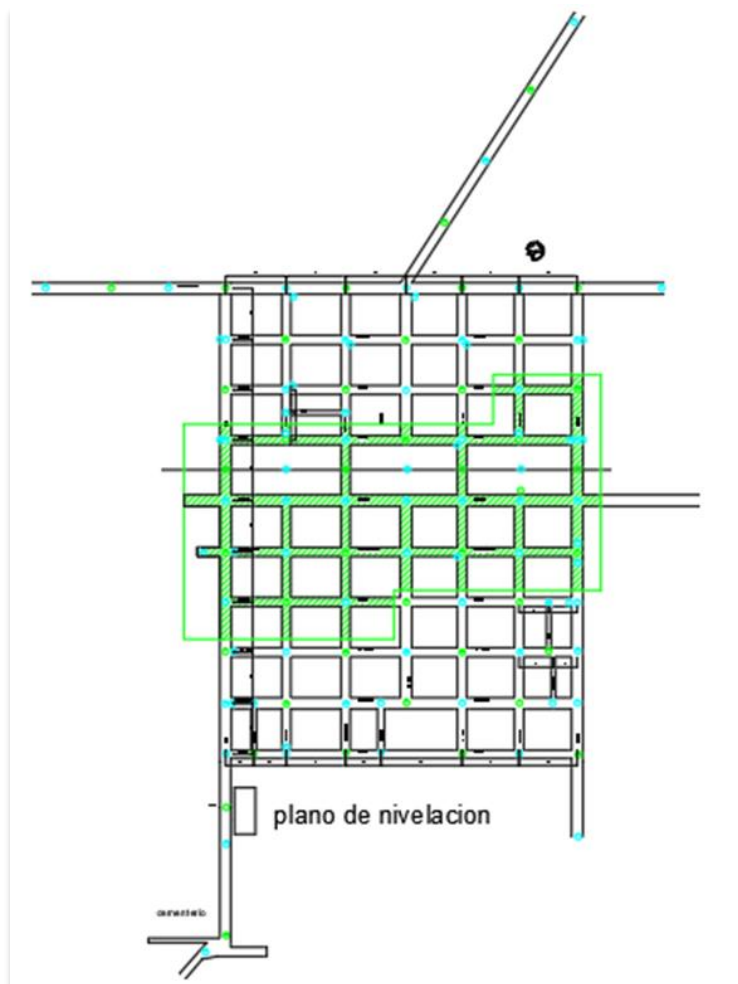


Figura 14 - Representación sombreada del avance en el segundo día de medición.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 42 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



○ Día 3:

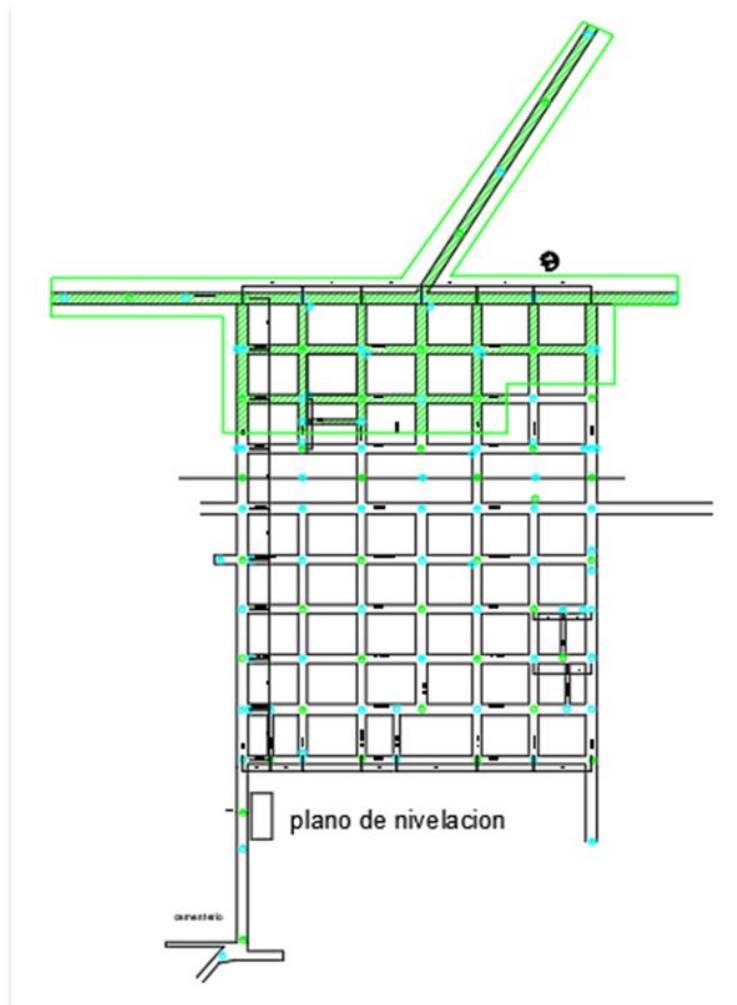


Figura 15 - Representación sombreada del avance en el tercer día de medición.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 43 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

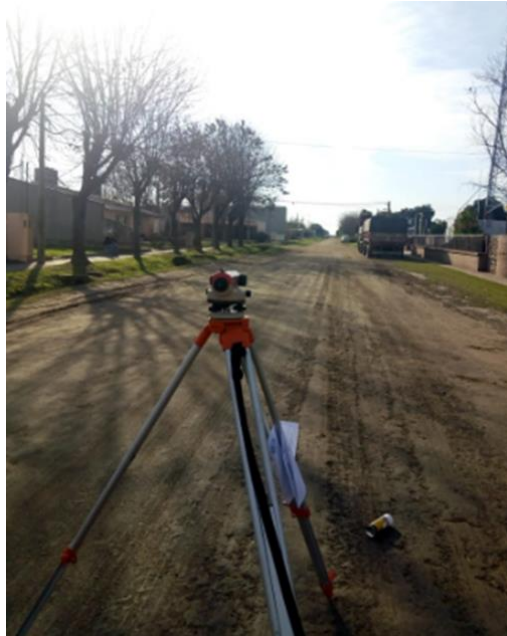


Figura 16 - Medición sobre calle Córdoba.

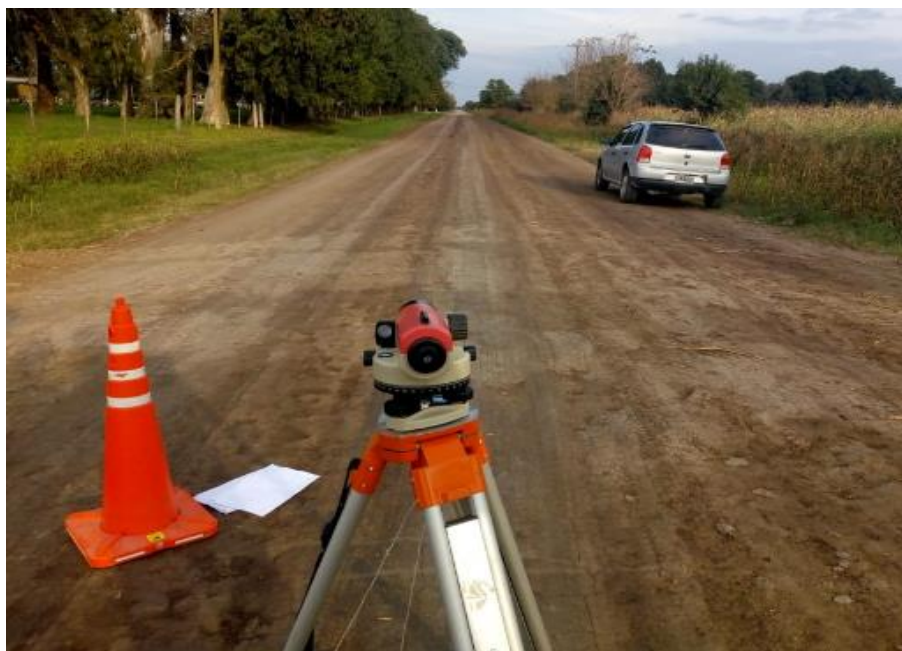


Figura 17 - Medición del tramo Estación de bombeo - Planta de tratamientos.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 44 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



VI. – POBLACIÓN

Para estimar los caudales que recolecta la red no solo se tiene que hacer un análisis poblacional a nivel actual, es además necesario estudiar la proyección demográfica del pueblo para un periodo de diseño adoptado. El ENOHSa exige una vida útil de la red de 20 años.

Para el proyecto, se adopta un diseño de la red para una vida útil de 30 años con el objetivo de asegurar una mayor durabilidad y así evitar que el mismo quede obsoleto en caso de que se posponga demasiado tiempo su ejecución.

Una vez definido el periodo de análisis, se recolectan los datos de los últimos censos realizados en el pueblo.

De acuerdo a los datos obtenidos de la Dirección General de Estadísticas y Censos de la provincia de Córdoba y una estimación de habitantes para el año 2019 por parte de la Municipalidad de Altos de Chipión, se obtuvieron los siguientes datos:

- Censo Nacional 1991: 1228 Habitantes.
- Censo Nacional 2001: 1512 Habitantes.
- Censo Nacional 2010: 1793 Habitantes con un total de 656 familias.
- Estimación Municipal 2019: 2235 Habitantes.

Para realizar la proyección a futuro se eligió el método de Tasa de crecimiento anual decreciente, propuesto por el ENOHSa.

Para el proyecto se debe realizar un estudio demográfico donde se define la evolución de la población a servir durante un periodo de diseño establecido y la distribución espacial de la misma dentro de la planta urbana de la localidad.

Para el estudio demográfico y de distribución espacial, se tuvieron en cuenta aspectos establecidos por la norma ENOHSa, como ser la población actual urbana de la localidad según los últimos censos nacionales y el último censo municipal realizado en el año 2019;

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 45 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Distribución espacial actual -a fecha de proyecto- en la planta urbana determinada a través de datos catastrales y reconocimiento in-situ; Plano de la planta urbana, con zonificación según densidad actual de la población y ubicación de conjuntos habitacionales; Proyección demográfica para cada año del periodo de diseño; Plano de planta urbana futura, teniendo en cuenta las hipótesis de expansión geográfica adoptadas.

VI.1 – PROYECCIÓN POR MÉTODO DE TASAS ANUALES DECRECIENTES

De acuerdo a las normas ENOHSa, La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias de los últimos dos períodos intercensales.

Las tasas medias anuales de variación poblacional en base a los últimos 3 censos nacionales de población se determinan a partir de las siguientes expresiones.

$$i_I = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{N_1}} - 1$$

$$i_{II} = \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{1}{N_2}} - 1$$

Siendo:

i_I = tasa media anual de variación de la población urbana de la localidad durante el penúltimo periodo intercensal.

i_{II} = tasa media anual de variación de la población urbana de la localidad durante el último periodo intercensal.

P_1 = población urbana de la localidad según el antepenúltimo censo nacional.

P_2 = población urbana de la localidad según el penúltimo censo nacional.

P_3 = población urbana de la localidad según el último censo nacional.

N_1 = cantidad de años entre el penúltimo y antepenúltimo censo nacional.

N_2 = cantidad de años entre el último y penúltimo censo nacional.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 46 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del periodo de diseño y así como el primer subperiodo de n_1 años, la proyección se efectúa con la tasa media anual del último periodo intercensal ($i_1 = i_{II}$).

$$P_A = P_3 * (1 + i_1)^{n_A}$$

$$P_0 = P_A * (1 + i_1)^{n_0}$$

$$P_{n1} = P_0 * (1 + i_1)^{n1}$$

P_A = población actual expresada en número de habitantes existentes a la fecha de ejecución del proyecto

P_0 = población prevista para el año de habilitación de la obra.

P_{30} = población prevista para el último año del periodo de diseño ($n=30$ años)

P_{n1} = población al final del primer subperiodo de $n1$ años

$i_1 = i_{II}$ = tasa media anual de proyección igual a la última intercensal

n_A = cantidad de años entre el último censo y el año de ejecución del proyecto

n_0 = cantidad de años entre el de ejecución del proyecto y el año inicial del periodo de diseño.

$n1$ = cantidad de años del primer subperiodo de diseño.

La tasa media anual de proyección para el segundo periodo se determina:

$$i_2 = \frac{i_1 + i_{II}}{2} \quad \text{Si} \quad i_2 \geq i_1 \quad \text{entonces:}$$

$$P_{20} = P_{n1} * (1 + i_1)^{n1}$$

De lo contrario si $i_2 \leq i_1$:

$$P_{20} = P_{n1} * (1 + i_2)^{n2}$$

Teniendo en cuenta lo anterior y a partir de los datos obtenidos se procedió a realizar los cálculos correspondientes.

V1.1.A - CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA

P_1 = 1228 (censo Nacional 1991)

P_2 = 1512 (censo Nacional 2001)

P_3 = 1793 (censo Nacional 2010)

| | | | |
|---|--|----------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 47 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$N_I = 10$$

$$N_2 = 9$$

$$nA = 10$$

$n0 = 0$ (se toma el año de ejecución igual al año inicial del periodo de diseño)

$$nI = 10$$

$$n2 = 10$$

$$i_I = \left(\frac{1512}{1228} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 = 2,10 \%$$

$$i_{II} = \left(\frac{1793}{1512} \right)^{\frac{1}{9}} - 1 = 1,91 \%$$

$$i2 = \frac{0,021 + 0,0191}{2} = 2,005\%$$

$$P_A = 1793 * (1 + 0,0191)^{10} = 2167 \text{ Habitantes}$$

$$P_{30} = 3194 * (1 + 0,020)^{10} = 3896 \text{ Habitantes}$$

V.1.B – TABLA RESUMEN

Tabla 1 - Cantidad de habitantes según proyección.

| | |
|----------|------|
| P_A | 2167 |
| P_0 | 2167 |
| P_{10} | 2619 |
| P_{20} | 3194 |
| P_{30} | 3897 |

Donde:

- P_{10} = Población prevista a los 10 años de iniciado el proyecto (año 2030).
- P_{20} = Población prevista a los 20 años de iniciado el proyecto (año 2040).
- P_{30} = Población prevista a los 30 años de iniciado el proyecto (año 2050).

Para la población actual (P_A) se optó por usar el valor de habitantes estimado por la municipalidad igual a 2235 habitantes.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 48 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



VII. – CAUDALES

Para determinar el caudal que transportarán los conductos, es necesario la densidad de habitantes por manzana. Se supone que esta misma densidad se mantendrá a futuro a medida que crezca el pueblo, por lo tanto, al valor estimado de habitantes al año 2019, se lo dividió por la cantidad de manzanas actuales que tiene el pueblo, que son 40. Este cociente arroja una densidad de 56 habitantes/manzana.

Otro dato necesario es el consumo por persona por día, para ello, se consultó el registro de consumo de agua potable a la cooperativa de servicios públicos del pueblo. Según el pico de consumo máximo registrado, que fue en el período diciembre 2017, se estimó la dotación por persona por día obteniendo un resultado de 194 litros por habitante-día. El ENOHSa recomienda usar una dotación de 250 litros por habitante-día, por lo que fue este último el valor que se utilizó para el diseño de manera de abarcar cualquier posible manifestación de consumo excesivo que se pueda llegar a dar en algún período.

Un punto importante a tener en cuenta, es que se debe considerar el caudal aportado por las futuras manzanas existentes debido al crecimiento futuro de la población. En base a esto, al plano actual del pueblo se le trazaron la cantidad de manzanas futuras según el cálculo de la población total al periodo de diseño establecido, y en base a la densidad de habitantes por manzana, se añadieron 30 manzanas nuevas. Considerando el mismo aporte de litros por cuadra -debido a la densidad constante- y una distribución tentativa de la futura ampliación de la red, se determinaron la cantidad de litros que le llegan a cada boca de registro.

El ENOHSa indica que es el 80% de este consumo diario el que se transformará en líquido cloacal que tendrá como destino la red. Por lo tanto, el caudal medio diario anual Q_c está dado por la siguiente expresión:

$$Q_c \left[\frac{L}{dia} \right] = Dotacion * Población * CR$$

Donde:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 49 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- *Dotación* hace referencia al consumo de agua promedio estimado por habitante. Expresada en litros/habitante-día.
- *Población* hace referencia a aquella a servir al final del año de diseño.
- *CR* es el coeficiente de retorno de agua al sistema cloacal, igual a 0,8.

Los caudales máximos y mínimos establecidos por el ENOHSa se determinan en base a coeficientes que son utilizados cuando no se obtienen registros ininterrumpidos de al menos los últimos 36 meses, estos coeficientes varían en función de cantidad de habitantes a servir. Tales caudales se determinan a través de las siguientes expresiones:

$$Q_A = \beta * Q_C$$

$$Q_B = \beta_1 * Q_C$$

$$Q_D = \alpha_1 * Q_C$$

$$Q_E = \alpha * Q_C$$

Donde:

- Q_A (*Caudal mínimo horario*): Menor caudal instantáneo del día de menor vuelco (Q_B). Caudal horario mínimo absoluto.
- Q_B (*Caudal mínimo diario*): Caudal medio del día de menor vuelco en el año.
- Q_D (*Caudal máximo diario*): Caudal medio del día de mayor vuelco en el año.
- Q_E (*Caudal máximo horario*): Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.

El valor de los coeficientes está dado por la siguiente tabla:

Tabla 2 - Coeficientes para caudales vertidos a colectoras (Fuente: ENOHSa).

| Población Servida | α_1 | α_2 | α | β_1 | β_2 | β |
|--------------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|---------|
| 500 h ≤ Ps ≤ 3.000 h | 1,40 | 1,90 | 2,66 | 0,60 | 0,50 | 0,30 |
| 3.000 h ≤ Ps ≤ 15.000 h | 1,40 | 1,70 | 2,38 | 0,70 | 0,50 | 0,35 |
| 15.000 h ≤ Ps ≤ 30.000 h | 1,30 | 1,50 | 1,95 | 0,70 | 0,60 | 0,42 |

De acuerdo a la norma ENOHSa el caudal máximo de diseño hidráulico de las diversas partes del sistema cloacal, será el Q_E para el año de diseño. En cuanto a proyecto, el caudal de diseño será el Q_{E30} .

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 50 de 211 |
| <p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p> | | | |



Por último, se obtuvo el caudal de diseño por cuadra considerando el total de manzanas proyectadas a futuro:

$$Q_{E30C} = \frac{Q_{E30}}{\text{Total de manzanas} * 4}$$

Siendo:

- Q_{E30C} = Caudal de diseño por cuadra.

VII.1 – CAUDAL MÍNIMO DE AUTOLIMPIEZA

El caudal mínimo de auto limpieza Q_{LO} de una conducción, se refiere al caudal máximo horario del día de caudal mínimo diario del año inicial del periodo de diseño. Se calcula a través de la siguiente expresión:

$$Q_{LO} = \alpha_2 * \beta_1 * Q_{CO} = \alpha_2 * Q_{BO}$$

Siendo:

- Q_{CO} = caudal medio diario del año inicial del proyecto.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 51 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



VIII – RED COLECTORA DE LÍQUIDOS CLOACALES

Las redes de desagüe cloacal forman un conjunto de conductos ramificados. El escurrimiento, que por lo general es a superficie libre, comienza en el punto extremo más alto del área analizada continuando con pendiente descendiente hacia el extremo más bajo. En el extremo alto es donde se encuentran los tramos de menor diámetro, que irán aumentando de ser necesario hasta llegar al punto más bajo.

Las redes suelen diferenciarse en conducciones principales y secundarias. Estas últimas se las llaman a aquellas que en general reciben descargas domiciliarias y las primeras aquellas que reciben los desagües provenientes de las secundarias. Sin embargo, la distinción de ambas puede muchas veces tornarse confusa por lo cual su nomenclatura no es estricta.

El trazado depende de:

- Sistema de desagüe adoptado.
- Trazado de la red vial.
- Topografía del área.
- Geología e hidrogeología del área.
- Limitaciones legales.
- Localización de la planta y/o descarga.

El trazado de las redes se realiza de manera tentativa siguiendo el decrecimiento de las curvas de nivel y la traza vial dándole a los conductos de diámetro mínimo el máximo aprovechamiento posible.

Una vez identificados los puntos altos y bajos, es necesario estudiar donde se ubicará la salida de los conductores principales, el cual puede ser plantas o lagunas de tratamiento según sea el destino asignado a la red.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 52 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



VIII.1 – TRAZADOS TÍPICOS

Siguiendo el ejemplo propuesto en los fundamentos del ENOHSa en 1993, las figuras “18”, “19” y “20” que se muestran a continuación, representan tres alternativas distintas de trazado para una misma área. Representadas a través de conductos de diámetro nominal 160 mm con pendiente mínima del 3‰ y capacidad máxima de conducción a sección llena de 8 (L/s). Cada tramo representa un aporte de 1 (L/s).

Las figuras “18” y “19” representan mayor cantidad de puntos iniciales que la red de la figura “20”. La primera distribución aprovecha la máxima capacidad de conducción.

Todos los esquemas son válidos, ninguno teniendo un peso preponderante sobre el otro ya que un adecuado trazado va a depender fundamentalmente de las condiciones locales, costos y del criterio y experiencia del proyectista.

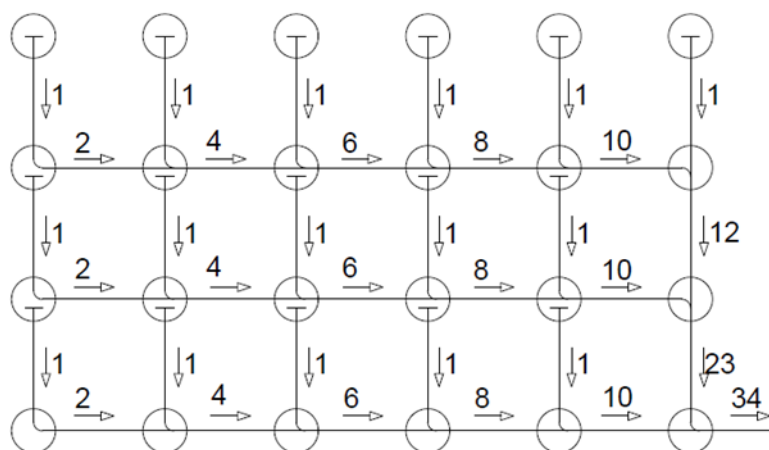


Figura 18 - Trazados típicos (Fuente: ENOHSa).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 53 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

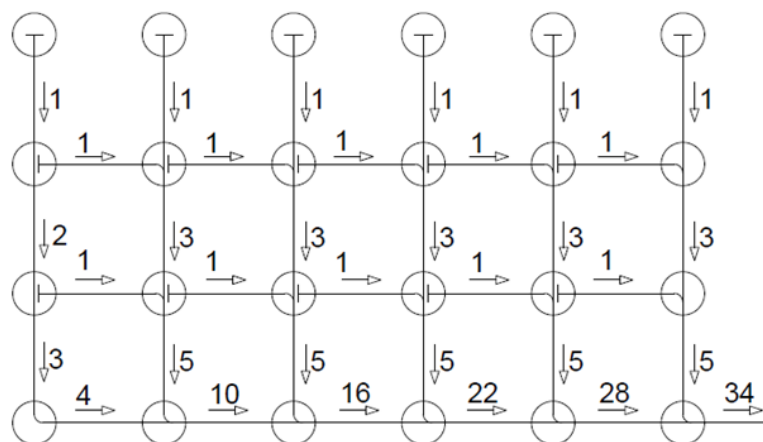


Figura 19 - Trazados típicos (Fuente: ENOHSa).

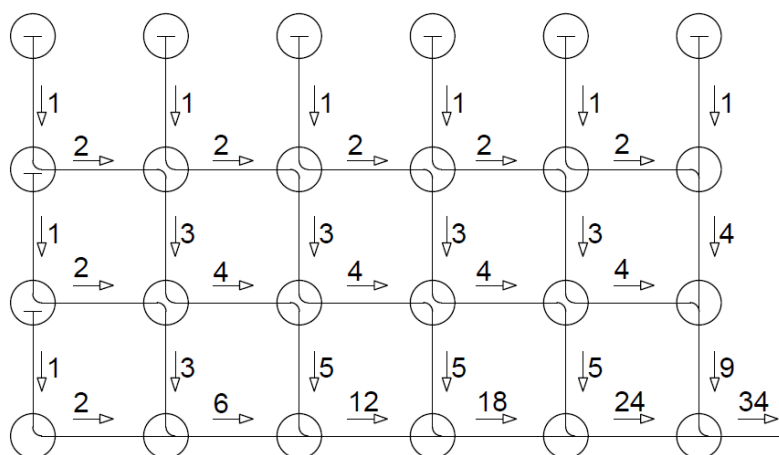


Figura 20 - Trazados típicos (ENOHSa).

De acuerdo a la norma ENOHSa, algunas consideraciones generales a tener en cuenta son:

- Las colectoras deberán proyectarse en tramos rectos entre accesos a las mismas. Estas seguirán en su trazado, en lo posible, la tendencia del escurrimiento natural de las aguas superficiales.
- El trazado debería estudiarse a efectos de minimizar costos, planteando alternativas que posibiliten un profundo conocimiento de la problemática a resolver.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 54 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

- Los trazados deberán implicar la menor profundización posible de las cañerías en el terreno.
- El proyecto y su construcción deberán asegurar la inexistencia de filtraciones o desbordes que puedan causar contaminación del suelo o capas acuíferas subterráneas, así como contemplar que no se produzcan atascamientos en las diversas instalaciones que componen el sistema.
- Deberá minimizarse el número de accesos a la red, sin que por ello se resientan las posibilidades de desobstrucciones.

VIII.2 – DISPOSICIONES DE DISEÑO

En los desagües cloacales, la conducción de los líquidos es a “superficie libre”, lo cual implica una parte de la sección del conducto disponible para la circulación de los gases nocivos provenientes del líquido cloacal y puedan ser evacuados a la atmósfera a través de las bocas de registro y ventilaciones del sistema domiciliario.

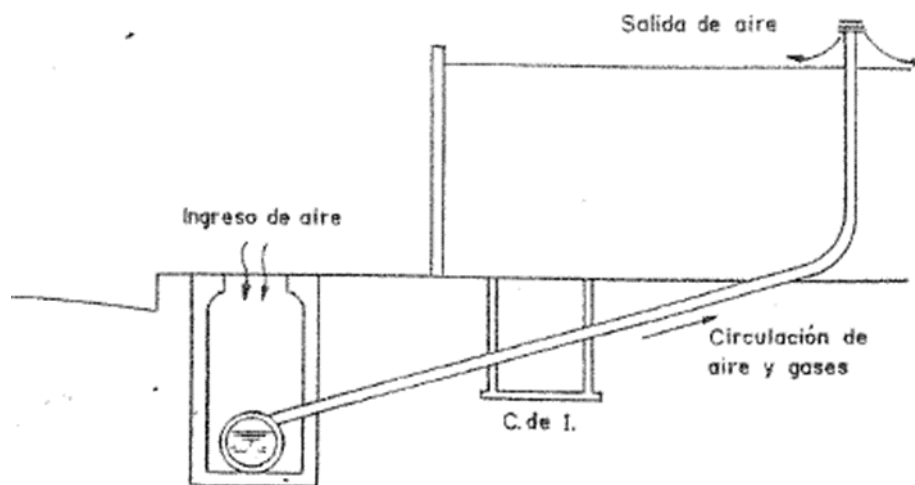


Figura 21 - Sistema tradicional de ventilación externa y domiciliaria. (ENOHSa, 1993).

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 55 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



VIII.2.A – PENDIENTE MÍNIMA

Por lo general el sistema utilizado de circulación de los líquidos es a “gravedad” garantizando pendientes mínimas para que los sólidos escurran y no se depositen en el conducto.

Se recomienda seguir la pendiente natural del terreno para lograr minimizar lo máximo posible la tapada de terreno sobre los conductos para disminuir los costos de excavación, mano de obra y mantenimiento.

En cuanto a las pendientes del terreno, se pueden presentar distintos casos:

- 1er Caso: La pendiente es mayor que la máxima admisible para los conductos (la cual garantiza la no separación del líquido con los sólidos). En este caso se instala la cañería con pendiente máxima hasta alcanzar la tapada mínima en la cual se aplica un salto.

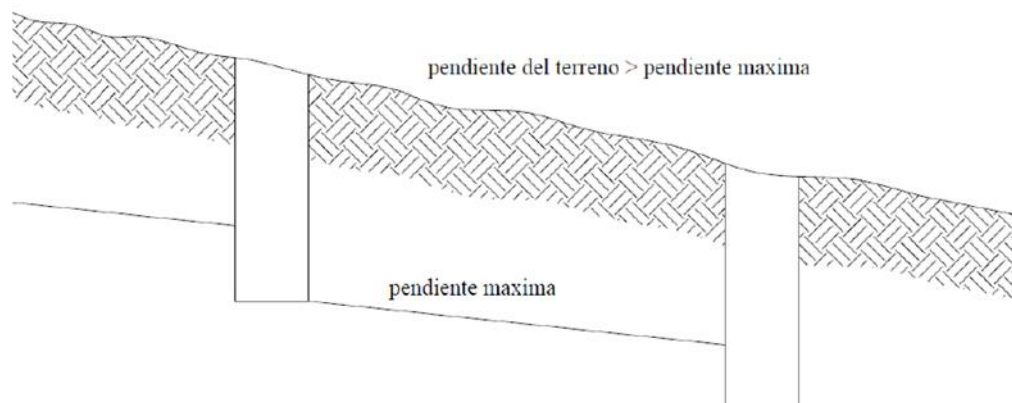


Figura 22 - Pendientes del terreno. 1er Caso.

- 2do Caso: La pendiente del terreno se encuentra entre la máxima y mínima de la cañería. En este caso, la cañería se instala paralela al terreno, con un volumen mínimo de excavación. Caso más favorable.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 56 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

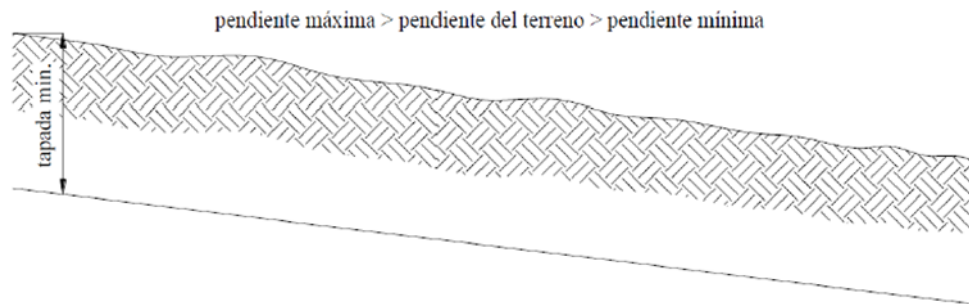


Figura 23 - Pendientes del terreno. 2do Caso.

- 3er Caso: La pendiente del terreno es menor o en contra pendiente a la de la cañería. Es el caso más desfavorable ya que es necesario realizar un bombeo del líquido.

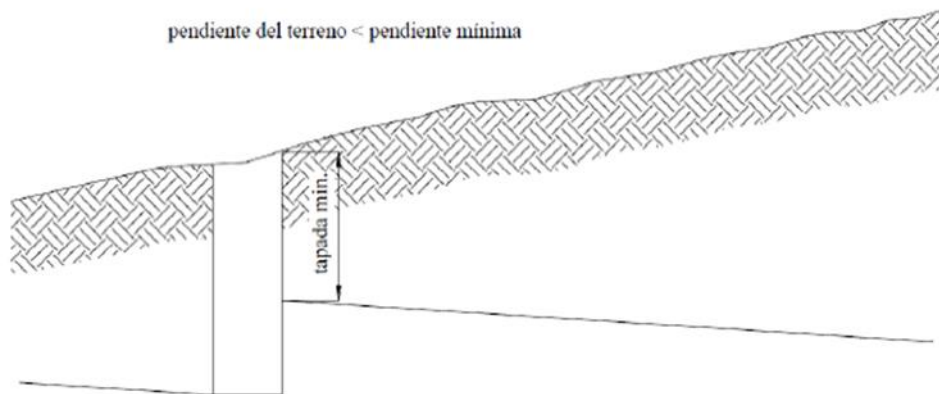


Figura 24 - Pendientes del terreno. 3er Caso.

A partir de la ecuación de velocidad de Manning se puede deducir que la pendiente mínima está en función del diámetro de la cañería y de la velocidad del fluido. La velocidad mínima será aquella para la cual no se depositen los sólidos en las paredes del caño, denominada velocidad de auto limpieza.

La pendiente mínima está dada por la siguiente expresión:

$$S \left[\frac{m}{m} \right] = \left(\frac{V_{\text{mín}} * n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = \left(\frac{0,6 * 0,01}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

| | | |
|---|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 57 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Donde:

- 0,6 [m/s] = Velocidad mínima de auto limpieza.
- 0,01 = “n” de Manning para tuberías de PVC.
- R = Radio Hidráulico para tubería a sección llena igual a D/4.
- S = pendiente.

Para cañerías con un diámetro nominal (DN) de 160 mm y con diámetro interno (DI) de 153,6 mm se obtiene la pendiente mínima:

$$S \left[\frac{m}{m} \right] = \left(\frac{0,6 * 0,01}{0,0384^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,0028 \approx 0,003$$

A continuación se muestra una tabla con pendientes mínimas en función del diámetro.

Tabla 3 - Pendientes mínimas en función del diámetro.

| DN [mm] | DI [mm] | Pendiente [%] |
|---------|---------|---------------|
| 160 | 153,6 | 3 |
| 200 | 192 | 2,1 |
| 250 | 240,2 | 1,6 |
| 315 | 302,6 | 1,2 |

VIII.2.B – VELOCIDAD MÍNIMA

La velocidad mínima de auto limpieza establecida por la norma es de 0,6 (m/s) para cañería a sección llena, que es la mínima requerida para la no sedimentación de los sólidos suspendidos.

Si bien las pendientes mínimas que se establecen para cada uno de los diámetros de las cañerías garantizan la verificación de la velocidad mínima de auto limpieza, la verificación de la misma se puede realizar a través de la ecuación de Manning expresada a partir de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- n = coeficiente de rugosidad de Manning. Propia del material

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 58 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

- R = radio hidráulico
- S = pendiente del caño

A partir de los siguientes parámetros:

- P_m = Perímetro mojado
- DI = Diámetro interno del caño
- θ° = Ángulo al centro expresado en grados
- A_m = Área mojada

Para el cálculo a sección parcialmente llena, de acuerdo a la norma ENOHSa, se puede deducir que:

$$\frac{P_m}{\theta^\circ} = \frac{\pi * DI}{360^\circ}$$

El perímetro mojado, expresado en radianes, es:

$$P_m = \frac{\pi * \theta^\circ}{360^\circ} * DI$$

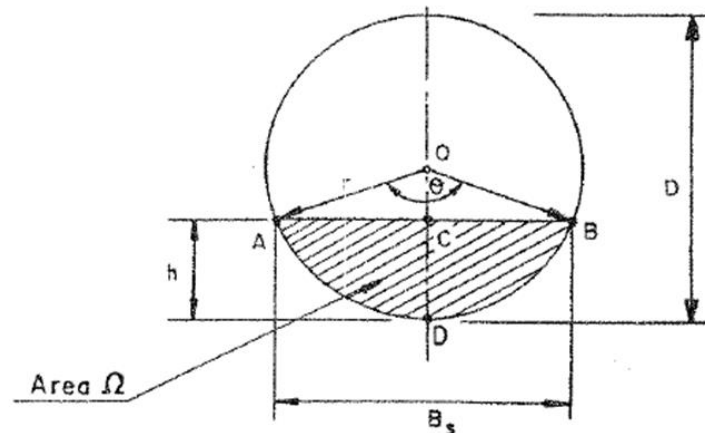


Figura 25 - Parámetros de la sección de un círculo (ENOHSa, 1993)

El área mojada se obtiene como diferencia del segmento OADBO y el triángulo OAB de acuerdo a la figura 24. La expresión resulta:

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 59 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



El área mojada se obtiene como diferencia del segmento OADBO y el triángulo OAB de acuerdo a la figura 25. La expresión resulta:

$$Am = \frac{DI^2}{8} * \left(\frac{\pi}{180} * \theta^\circ - \text{sen } \theta^\circ \right)$$

El radio hidráulico R resulta:

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

Para determinar la relación entre el tirante h y el ángulo al centro θ de la figura 25 Se parte de la relación:

$$r - h = \cos \frac{\theta}{2} * r \quad \therefore \quad \frac{DI}{2} = \frac{DI}{2} * \cos \frac{\theta}{2} + h$$
$$\therefore \theta = 2 \arccos \left(1 - 2 * \frac{h}{DI} \right)$$

De la ecuación anterior se puede calcular el valor de θ para una relación h/D determinada.

VIII.2.C – VELOCIDAD MÁXIMA

La velocidad máxima es la requerida para que no se produzca la separación del líquido con los sólidos provocando que estos últimos queden depositados en las paredes de los conductos, y, además, controlar la acción erosiva que puede causar en la cañería. La norma ENOHSa establece la siguiente ecuación para su cálculo:

$$V_{\text{máx}} = 6 * (g * R)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

- g = aceleración de la gravedad igual a $9,81 \left(\frac{m}{s^2} \right)$
- R = Radio hidráulico para secciones circulares a “sección llena”. $R = D/4$

Los valores de velocidad máxima para los distintos diámetros arrojan los siguientes valores:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 60 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Para conductos de DN 160 mm:

$$V_{\text{máx}} \left[\frac{m}{s} \right] = 6 * (g * R)^{\frac{1}{2}} = 6 * (9,81 * 0,039)^{\frac{1}{2}} = 3,68$$

Para conductos de DN 200 mm:

$$V_{\text{máx}} \left[\frac{m}{s} \right] = 6 * (g * R)^{\frac{1}{2}} = 6 * (9,81 * 0,048)^{\frac{1}{2}} = 4,12$$

Para conductos de DN 250 mm:

$$V_{\text{máx}} \left[\frac{m}{s} \right] = 6 * (g * R)^{\frac{1}{2}} = 6 * (9,81 * 0,60)^{\frac{1}{2}} = 4,60$$

Para conductos de DN 315 mm:

$$V_{\text{máx}} \left[\frac{m}{s} \right] = 6 * (g * R)^{\frac{1}{2}} = 6 * (9,81 * 0,76)^{\frac{1}{2}} = 5,17$$

V.III.2.D – PENDIENTE MÁXIMA

La pendiente máxima está en función de la velocidad máxima y el diámetro de la cañería.

Para los distintos diámetros se obtienen las siguientes pendientes máximas:

Tabla 4 - Pendientes máximas en función del diámetro

| DN [mm] | DI [mm] | Pendiente [‰] |
|---------|---------|---------------|
| 160 | 153,6 | 0,11 |
| 200 | 192 | 0,10 |
| 250 | 240,2 | 0,09 |
| 315 | 302,6 | 0,08 |

VIII.2.E – TAPADA

La tapada está dada por la distancia vertical medida desde la superficie del terreno, calzada o vereda hasta el extradós del conducto. La tapada mínima tiene la finalidad de proteger a los conductos contra la rotura de los esfuerzos generados por el tránsito o cualquier otro peso que incida sobre la calzada. Además, evita que las cañerías se congelen y asegura un buen gradiente de la acometida.

Se consideran las siguientes tapadas para el diseño:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 61 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

- Tapada mínima en calzada: 1,20 m.
- Tapada mínima en vereda: 0,80 m.
- Tapada máxima para conexión domiciliaria: 3,00 m.

Las tapadas máximas para conexión domiciliaria se deben a la imposibilidad o incomodidad de realizar las instalaciones domiciliarias a profundidades mayores, así como también los costos de excavación, condiciones de terreno y material de los conductos.

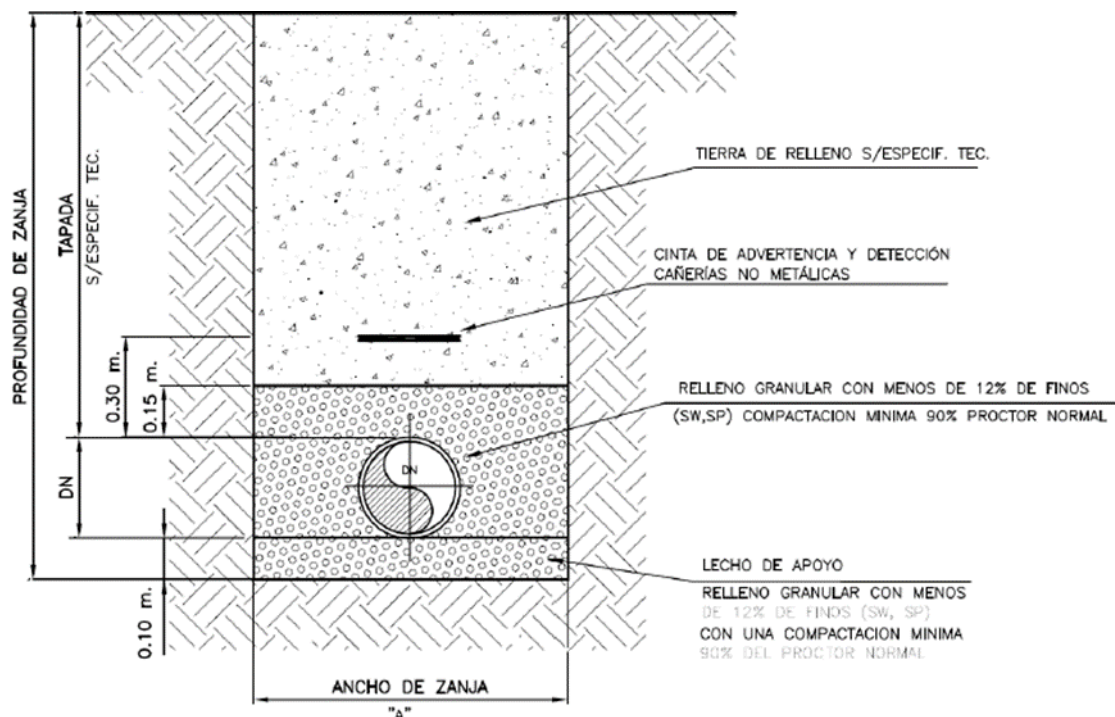


Figura 26 - Perfil transversal de una zanja tipo para red cloacal. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010).

VIII.2.F – DIÁMETRO MÍNIMO

La norma ENOHSa establece un diámetro mínimo de 100 mm para los conductos. Sin embargo, se establece un DN mínimo de 160 mm de acuerdo a exigencias de la mayoría de los municipios y prácticas comunes.

| | | |
|---|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 62 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



VIII.2.G – SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CONDUCTOS

Para el cálculo del diámetro de los conductos, se debe adoptar una relación h/D . Esta relación para colectoras relativamente pequeñas varía entre 0,65 y 0,80.

La norma ENOHSa establece que las colectoras se calculan con una relación $h/D \leq 0,94$ para el caudal de diseño a 20 años Q_{E20} y que se debe verificar que $h/D \leq 0,8$ para el caudal máximo horario a 10 años Q_{E10} .

Para determinar el diámetro de la cañería que se utilizará, se propone un valor del mismo y se calcula el caudal que el conducto puede soportar a través de la ecuación de Manning que se expresa a continuación:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- n = Coeficiente de rugosidad de Manning.
- A = Área de la sección de círculo.
- R = Radio Hidráulico.
- S = Pendiente del conducto

Para obtener el Radio Hidráulico R , es necesario calcular el ángulo al centro de la sección del conducto.

Una vez determinado el máximo caudal que puede soportar el conducto, se lo compara con el caudal que va a transportar la red en sus respectivos tramos.

VIII.2.H – SELECCIÓN DEL MATERIAL DEL CONDUCTO

Tal como escribe la norma ENOHSa, la selección de las cañerías deberá hacerse en función del dimensionado hidráulico de la misma y su verificación estructural a las cargas externas.

La elección del material estará condicionada por su disponibilidad en la cercanía de la obra, el costo que presenta a la obra y la tecnología requerida para su instalación y mantenimiento.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 63 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



El proyecto más económico podrá lograrse con una red mixta, adoptando materiales que brinden la prestación deseada y se adecuen a las condiciones cambiantes en los distintos tramos, optimizando en lo posible su utilización y teniendo en cuenta los cálculos hidráulicos, estructurales y verificación a ataques químicos.

Es importante que los caños seleccionados cumplan los requisitos de normas IRAM correspondientes o de normas internacionales reconocidas que garanticen una calidad igual o superior.

Los materiales y caños provistos deben ser ensayados de acuerdo con los requisitos de las normas correspondientes, determinando sus dimensiones, aplastamiento y estanqueidad de las juntas. También se debe realizar la prueba de mandrilado sobre todos los caños, previo a la prueba de pérdidas que consiste en pasar a mano a través del caño un mandril de un 97% del diámetro interno del mismo. La satisfacción de la prueba depende de que el mandril no se atasque en el proceso. De atascarse es necesario retirar la cañería y colocar una nueva.

Para el proyecto se analizaron dos alternativas, PVC (Policloruro de vinilo) y Polipropileno cloacal. El primero es un material más económico, pero muy rígido y con menor resistencia al punzonado debido a las cargas externas de tránsito. El segundo en cambio, es más costoso, pero tiene un mejor comportamiento estructural.

Al no tener la localidad un tránsito elevado, y que a su vez los vehículos pesados tienen poca circulación, se optó por la elección del PVC.

VIII.2.I – UBICACIÓN DE LAS COLECTORAS

La norma ENOHSa establece que:

- Previo al trazado de la red colectora debe verificarse la existencia de otras instalaciones visibles o subterráneas de servicios públicos o de propiedad privada y prever su remoción cuando tal solución sea posible.
- Cuando se proyecten colectoras sobre la vereda, las mismas se ubicarán en la vereda opuesta a la conducción de agua potable. En caso de que esto no se pueda cumplir, se deberá respetar

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 64 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

una distancia horizontal mínima de 0,60 m. Cuando el cruce con cañerías de la red de agua potable sea inevitable, las colectoras se proyectarán para que pasen por debajo de ellas a no menos de 0,15 m en vertical para el caso de cruces, y no menos de 0,30 m entre invertido y extradós, cuando tengan un tendido en paralelo.

- o Las colectoras de diámetros iguales o mayores que 300 mm (DN 315 mm en PVC) no podrán recibir descargas domiciliarias. Tampoco podrán hacerlo todas aquellas, aun de menor diámetro, instaladas a una profundidad de más de 3m medida hasta el extradós del caño. En este caso, las conexiones con las unidades de vivienda se harán a colectoras subsidiarias.

V.III.2.J – CONEXIÓN DOMICILIARIA

Se denomina conexión domiciliaria al tramo establecido desde la colectora hasta la línea municipal donde se conecta la cañería interna con la externa. La vinculación con la colectora se realiza en la sección superior a través de un ramal a 45° en el mismo sentido que el flujo y una curva a 45°. En el extremo libre, se inserta un tapón de plástico con el fin de evitar el ingreso de objetos extraños.

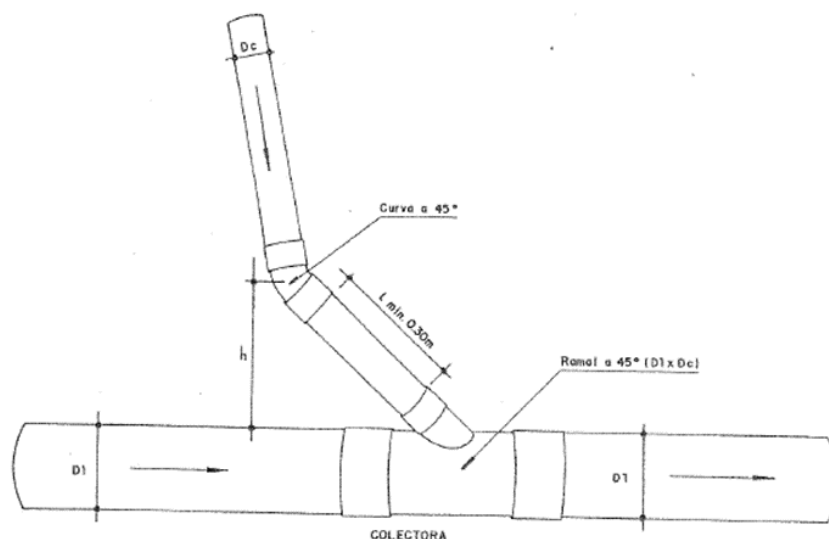


Figura 27- Empalme domiciliario para $D < 300 \text{ mm}$ y $h < 2 \text{ m}$. (Fuente: ENOHSa)

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 65 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |

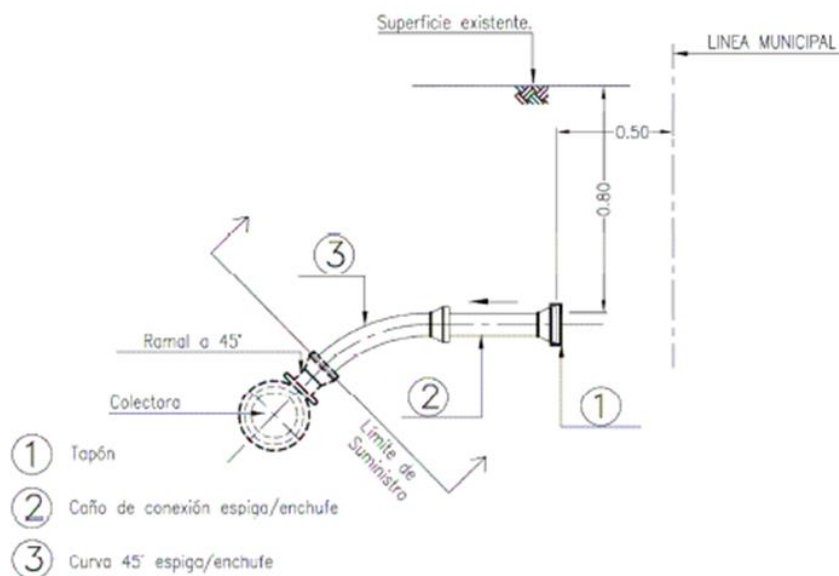


Figura 28 - Corte Empalme domiciliario para tapada < 2 - 2,5 m. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010).

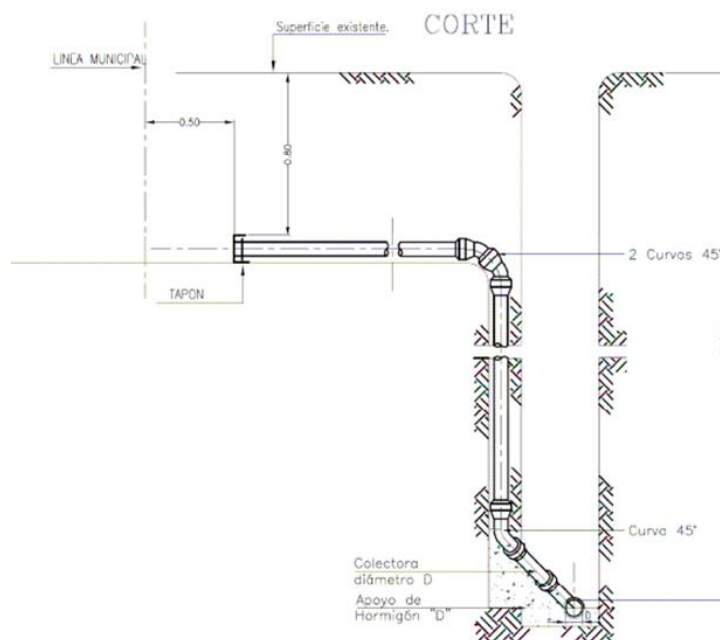


Figura 29 - Conexión domiciliaria para tapada > 2,5 m (Variante). (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 66 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



A medida que se instala la colectora, se deberán dejar colocados ramales para vincularlos con las cañerías domiciliarias internas.

La norma ENOHSa establece que:

- Las conexiones domiciliarias externas, denominadas acometidas, serán de diámetro igual a 110 mm y se instalarán con una pendiente mínima del 1.5% hacia la colectora.
- Los materiales a utilizar serán, en general, los mismos que para las colectoras.
- La profundidad de la conexión en la línea municipal será de 0.60 m o mayor.
- Cuando la colectora este a una profundidad mayor a dos metros, se instalará un tramo vertical soportado en su parte inferior por una curva a 45° con base de hormigón pobre.
- En todos los casos, la conexión externa de cloaca, pasará por debajo de la distribuidora de agua, por lo menos a 0.15m de la misma.
- En los terrenos baldíos, los ramales deben cerrarse con un disco de material vítreo asentado con mezcla de cal, o mastic asfáltico si se encuentra debajo de la capa freática.
- El diámetro máximo con el que puede realizarse la conexión es de 315 mm para conductos de PVC. No se pueden realizar conexiones a cañerías que se ubican a profundidades mayores a los 3,00 metros.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 67 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 30 - Conexiones domiciliarias. (Fuente: Rosarionoticias.gob.ar)

V.III.2.K – BOCAS DE REGISTRO

Las bocas de registro (BR) son cámaras de ingreso que tienen como función la limpieza, desobstrucción y ventilación de los conductos.

Poseen un diámetro interno mínimo de 1,00 m en la zona de trabajo. Las BR deben estar provistas de accesos, en la losa superior, a través de una abertura de 0,60 m de diámetro. Se debe proveer de un marco y tapa de hierro fundido.

Las bocas de registro deben instalarse en los siguientes puntos de la red:

- En cada esquina de las plantas urbanas.
- Nacientes de tuberías.
- Donde se alcance la distancia máxima permitida.
- En toda intersección de las colectoras.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 68 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- En cambios de pendiente, de diámetro, de dirección, de material, donde deben realizarse saltos y donde las razones de proyecto así lo requieran.

Las BR pueden ser de mampostería de ladrillo, de hormigón moldeado in situ o pre-moldeado. Para alturas mayores a 2,5 m está permitido realizar una reducción en la parte superior.

Las tapas en las bocas instaladas sobre calzada deben poder soportar las cargas provenientes del tránsito vehicular.

Las Especificaciones técnicas de AySA recomiendan las siguientes distancias máximas entre bocas de registro en función del diámetro de la cañería:

Tabla 5 - Distancias máximas entre BR en función del diámetro

| Diámetro de la cañería [mm] | Distancia entre BR [m] |
|-----------------------------|--------------------------|
| 150 a 500 | 120 |
| 600 a 1000 | 150 |
| > 1000 | Se estudia en particular |

De acuerdo a la entrada y salida de las cañerías se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- El caño de salida nunca debe tener menor diámetro que el de entrada.
- La cota de intradós de la cañería de entrada debe estar como mínimo un diámetro por encima de la cota de intradós de la cañería de salida. Esto se debe a que, si la cota de cañería de entrada fuese menor a la de la de salida, trabajaría en carga, lo cual no es recomendado en los desagües cloacales.
- En BR con desniveles entre cañerías de acometida a las mismas mayores de 2 m se recomienda adoptar dispositivos de caída.
- En el fondo de las BR se deben realizar los cojinetes. Estos son canales que se construyen a los efectos de seguir el escurrimiento del líquido.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 69 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |

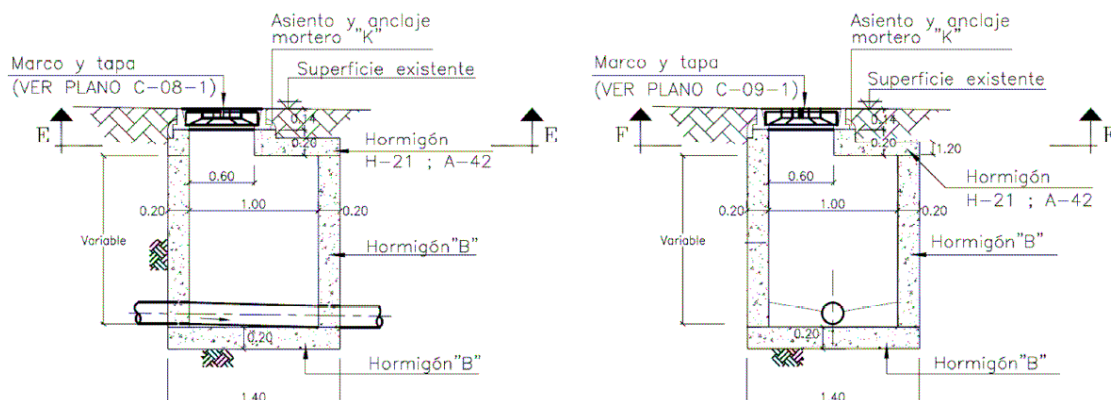


Figura 31 - Boca de registro de Hormigón Simple para profundidades hasta 2,5 m. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA)

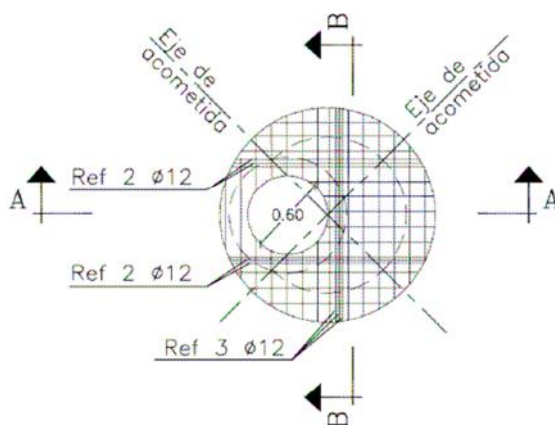


Figura 32 - Vista en planta de Boca de registro. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010)

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 70 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

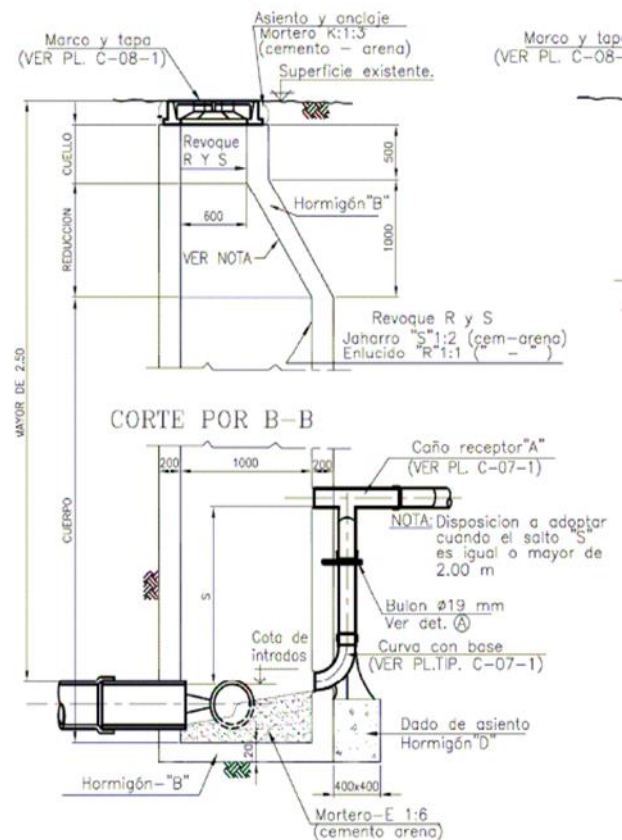


Figura 33 - : Boca de registro de Hormigón Simple para profundidades > 2,5 m. (Fuente: Guías y criterios prácticos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca, AySA 2010)

V.III.2.L – DISPOSICIONES ESPECIALES

Cruce de Rutas Nacionales, Provinciales y Vías Férreas.

En el caso que las colectoras deban cruzar Rutas provinciales, nacionales o vías férreas, de acuerdo a las especificaciones generales de AySA se exige que:

- La excavación se deberá realizar con máquina tunelera, verificando que la misma excave con la pendiente necesaria para que la cañería permita la circulación del líquido por gravedad y se colocará una camisa conformada por una cañería de PEAD o de acero.
- Para el caño conductor se debe utilizar cañería continua, con unión soldada o bridada, no se admiten juntas elásticas.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 71 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- El relleno del espacio libre entre la cañería conductora y la camisa se efectuará con mortero de densidad controlada o soportes deslizantes.
- La cañería conductora deberá ser sometida a su correspondiente prueba hidráulica en conjunto con el tramo de cañería.

VIII.3 – CÁLCULO Y DISEÑO DE LA RED COLECTORA CLOACAL

El número total de habitantes a servir al año 2050 es de 3897. Se considera una dotación de agua de 250 litros/habitante-día.

A partir de un coeficiente de retorno de agua al sistema cloacal igual a 0,8 se obtuvo el caudal medio diario anual:

$$Q_c \left[\frac{L}{dia} \right] = 250 * 3897 * 0,8 = 779400$$

Al ubicarse la población servida entre 3.000 y 15.000 habitantes, de acuerdo a la **¡Error! No e encuentra el origen de la referencia.**, los coeficientes utilizados para determinar los caudales de diseño para las conducciones son:

- $\alpha_1 = 1,40$
- $\alpha_2 = 1,70$
- $\alpha = 2,38$
- $\beta_1 = 0,70$
- $\beta_2 = 0,50$
- $\beta = 0,42$

Partiendo de una densidad 56 habitantes por manzana, se estima un total de 70 manzanas futuras. En base a los coeficientes y datos mencionados, se obtuvieron los siguientes caudales de diseño:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 72 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 6 - Caudales de diseño para el año 2050.

| Caudales de diseño | | Total [L/día] | Por manzana [L/día] | Por cuadra [L/día] | Por cuadra [L/s] |
|--------------------|--------------------|---------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Q _{C30} | Medio diario anual | 779400 | 11175 | 2793,75 | 0,032 |
| Q _{D30} | Máximo diario | 1091160 | 15645 | 3911,25 | 0,045 |
| Q _{B30} | Mínimo diario | 545580 | 7822,5 | 1955,625 | 0,023 |
| Q _{E30} | Máximo horario | 1854972 | 26596,5 | 6649,125 | 0,077 |
| Q _{A30} | Mínimo horario | 272790 | 3911,25 | 977,8125 | 0,011 |

El caudal de diseño a utilizar en el proyecto de redes será el caudal máximo horario a 30 años Q_{E30}.

V.III.3.A – CÁLCULO DE DIÁMETRO NECESARIO

De los conductos que llegan al punto de salida de la red, donde se encuentra la Estación de bombeo para llevar el líquido a la planta de tratamientos, el más cargado de ellos conduce un caudal de 11,09 litros por segundo. A partir de este valor, se calcula el diámetro necesario de la cañería a utilizar proponiendo un valor de este y calcular la capacidad máxima que podrá transportar, para luego comparar este resultado con el caudal surgido por cálculo.

Para calcular la capacidad de la cañería se utiliza la ecuación de Manning.

Cañería DN 160 mm:

La norma del ENOHSa establece que los conductos se calcularán con una relación $h/D \leq 0,94$ para el caudal de diseño.

A partir de una relación $h/D = 0,90$ se obtiene que:

Se calcula el Angulo interno del conducto:

$$\theta = 2 \arccos (1 - 2 * 0,94) = 286,26^\circ$$

Se calcula el perímetro mojado:

| | | | |
|---|--|----------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 73 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$Pm = \frac{\pi * 286,26^\circ}{360^\circ} * 0,1536 = 0,38$$

Se calcula al área mojada:

$$Am = \frac{0,1536^2}{8} * \left(\frac{\pi}{180} * 286,26^\circ - \text{sen } 286,26^\circ \right) = 0,0175$$

Se calcula el radio hidráulico:

$$R = \frac{0,0175}{0,38} = 0,046$$

La capacidad de la cañería es:

$$Q \left[\frac{m^3}{s} \right] = \frac{1}{0,010} * 0,0185 * 0,046^{\frac{2}{3}} * 0,003^{\frac{1}{2}} = 0,013 > Q_{\text{cálculo}} = 0,011$$

De aquí se puede deducir que en todos de los tramos sería posible colocar cañerías de DN 160 mm.

V.III.3.B – TRAZADO DE LA RED

Consideraciones de diseño

Una vez obtenida la altimetría de la localidad, se buscó determinar cuál sería ubicación tentativa de la planta de tratamientos de líquidos efluentes, para así poder determinar cuál es la salida del pueblo por la que debe ir la red colectora y poder comenzar a orientar la misma a través de las distintas calles en función de las pendientes.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es el cruce con las vías del ferrocarril que atraviesan el pueblo las cuales se ubican paralelas a la ruta 17 “cortando” la localidad aproximadamente por el medio. El reglamento exige que la cota de extradós de la cañería se encuentre a no menos de 2 metros por debajo de las vías férreas.

Por último, como detalle constructivo, se debe tener en cuenta que a mayor profundidad de la zanja, es necesario realizar escalonamientos durante la excavación para disminuir los riesgos de desmoronamientos y facilitar el trabajo del obrero. A partir de ello, cada 1,50 metros de

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 74 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



profundidad se deberá realizar un escalón a cada lado de la zanja de 0,60 metros de huella. Es por esta razón que se debe tratar de que los ramales ubicados a mayor profundidad se proyecten sobre las calles que aún no están pavimentadas para evitar roturas excesivas de hormigón, lo que aumenta considerablemente el costo de la obra y también perjudica el comportamiento de las calles.

A partir de estas limitaciones, se trazó una primer configuración de la red con 3 ramales colectores que llevan los líquidos hasta el extremo Norte del pueblo (por las calles Sarmiento, Mitre y La Rioja) y de allí un ramal principal que vincula estos y los deriva a la zona Este hasta la planta de tratamientos.

Utilizando la ecuación de Manning se determinó que con una cañería de diámetro 160 mm se podría satisfacer los caudales demandantes. Esta configuración, arrojó unos valores de tapadas en cañerías muy elevadas (Tapada Máxima= 6,90 m), ya que para esta cañería la pendiente mínima del caño que garantiza un correcto escurrimiento del líquido dentro del mismo es de 3 mm/m. Esto no solo trae consigo un problema económico muy grande, a causa del elevado costo del movimiento de suelo, sino que también trae un problema de seguridad de los operarios, debido a la gran profundidad que tendría la zona de excavación, en la cual pueden surgir desmoronamientos, caídas de los operarios, entre otras. Es por estos motivos que esta configuración se consideró inviable.

En base a este análisis, lo que se hizo fue proponer 2 configuraciones distintas para la red, utilizando cañería de 160 mm de diámetro, 250 mm y 315 mm a las que se les puede otorgar pendientes mínimas menores logrando una considerable disminución de las tapadas en los tramos.

Otra de las consideración tenida en cuenta, fue la de disminuir el desnivel interno que existe en las bocas de registro, donde de acuerdo a la norma ENOHSa la pendiente del cojinete en las BR debe ser de 1/10. Se adoptó una diferencia de 3 cm entre la cañería de entrada a la BR ubicada a la cota más baja y la cañería de salida de la BR obteniendo una pendiente

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 75 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



aproximadamente de 1/50. Esto se permite siempre que se mantenga la limpieza de las bocas de registro para lograr una correcta circulación del líquido cloacal.

Ambas configuraciones se propusieron inicialmente con una combinación de cañerías de 160 mm, 250 mm y 315 mm. Luego, con el fin de evaluar la influencia en el costo del movimiento de suelo y los diámetros de las cañerías, se planteó las mismas configuraciones únicamente con diámetros de 250mm y 315mm.

Una vez realizadas estas aclaraciones, las configuraciones propuestas fueron las que se detallan a continuación.

Configuración 1

Esta configuración se basó en que la planta de tratamientos esté ubicada en la zona Noreste del pueblo, donde se encuentran uno de los puntos más bajos de la localidad. Se buscó copiar lo máximo posible el escurrimiento de las calles, para así evitar tapadas excesivas y, para las cuadras cuyo aporte viene solamente de un frente de viviendas, se propusieron tramos proyectados sobre la vereda, con la ventaja de que estas tienen una tapada mínima de 0,90 m.

Aquellos 2 ramales troncales que suben por las calles Sarmiento y Mitre se los desvió por sobre la calle Rivadavia, debido a que esta tiene caída hacia la zona este del pueblo y permite unirlos con el ramal que sube por la calle La Rioja. Esta última calle es de tierra, lo que otorgaría la ventaja de que no sería necesario romper las calles de hormigón debido a las profundidades de la zanja, la cual necesitaría de varios escalonamientos. La planta de tratamientos se situaría en un lote perteneciente a la Municipalidad con el fin de ser utilizado como parque industrial. Esta ubicación tiene la ventaja de que los líquidos luego de ser tratados, podrían ser bombeados hasta la laguna Mar Chiquita, que se encuentra al norte del pueblo a unos 5 km aproximadamente. La tapada máxima que arrojó esta configuración fue de 4,43 metros en el tramo "R7"

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 76 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



El cómputo y presupuesto¹ de esta configuración arrojó los siguientes resultados:

- Con cañería de 160 mm, 250 mm y 315 mm un total de US\$ 803.308,29
- Con cañería de 250 mm y 315 mm un total de US\$ 984.321,11

¹ Este análisis contempla únicamente aquellos elementos que hacen al trazado de la red.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 77 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

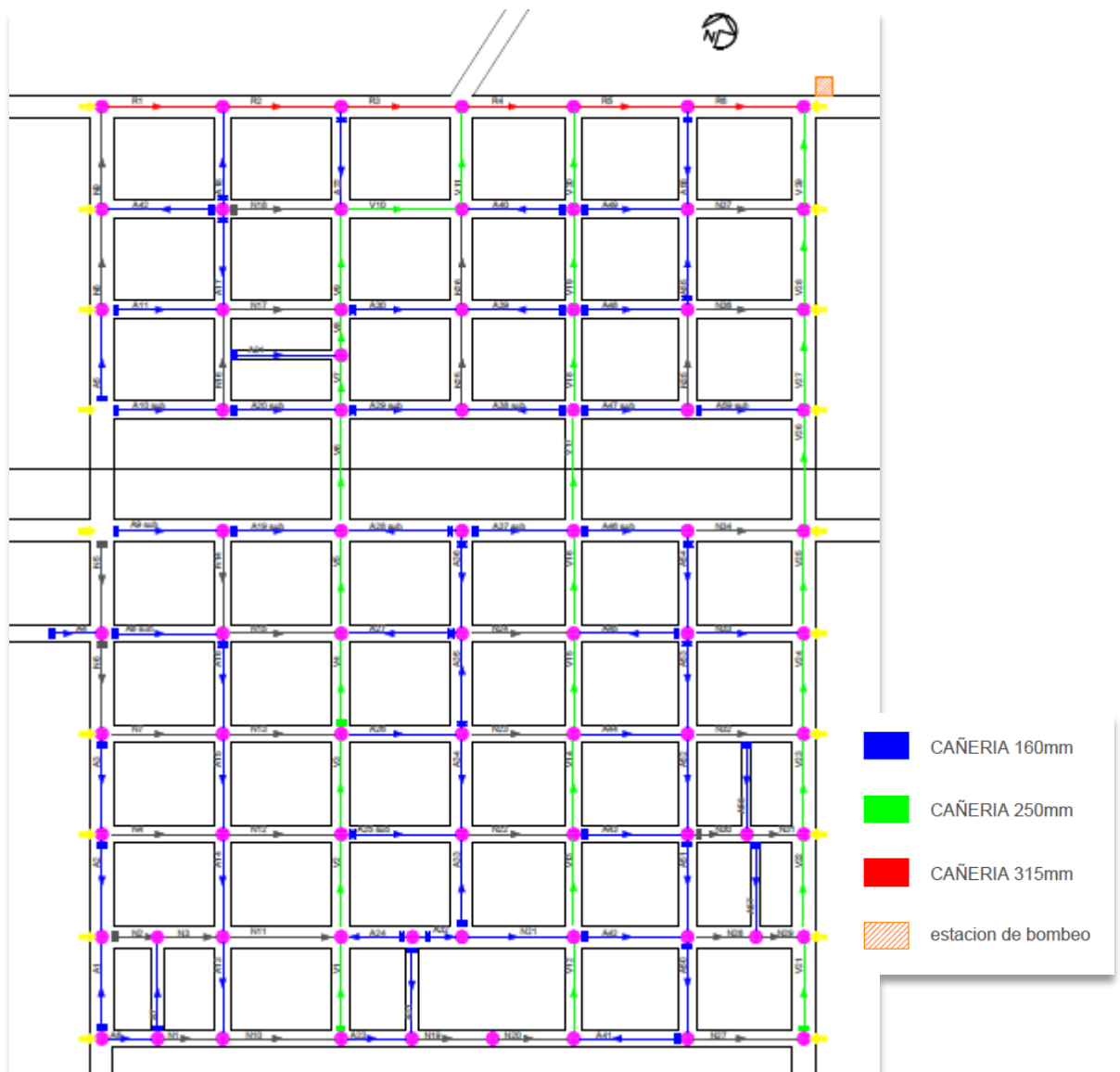


Figura 34 - Primera alternativa de diseño

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 78 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Configuración 2

Esta configuración se basó en seguir las pendientes generales del pueblo, según las cuales el mismo tiene caída a dos aguas (Norte-Sur) con respecto a la Ruta Provincial 17 que lo atraviesa en dirección Oeste-Este. En función de esto, se realizaron recolecciones derivadas hasta los extremos Norte y Sur del pueblo, y luego ramales que deriven el líquido hacia la zona Este del pueblo. Por último, el ramal ubicado en la esquina Noreste es redirigido a través de la calle La Rioja hacia el extremo Sureste para unirse con el ramal Horizontal en el extremo Sur y de ahí derivarse a la planta de tratamientos, que en estos casos se ubicaría en la zona Sur del pueblo. La tapada máxima que arrojó esta configuración fue de 4,61 metros en el tramo “R5”

En este caso al igual que en la configuración 1, a las cuadras con un solo frente de viviendas se les realizó la proyección por vereda, con una tapada de 0,90 m.

El cómputo y presupuesto de esta configuración arrojó los siguientes resultados:

- Con cañería de 160 mm, 250 mm y 315 mm un total de US\$ 750.355,23
- Con cañería de 250 mm y 315 mm un total de US\$ 906.391,66

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 79 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

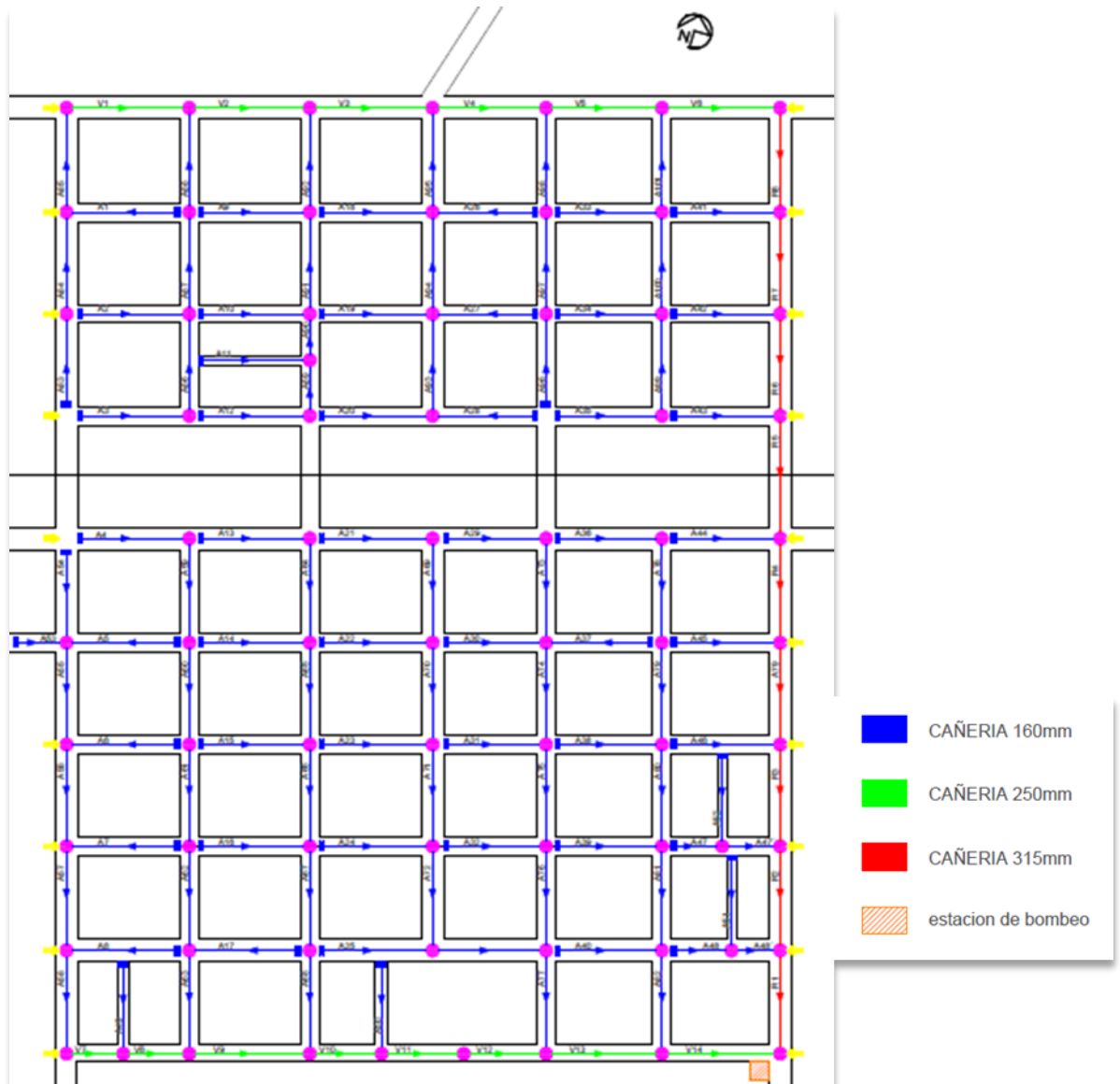


Figura 35 - Segunda alternativa de diseño.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 80 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Configuración adoptada

Luego de realizar una comparación técnico-económica, se optó por la elección de la configuración número 2. Esta, conjuntamente de ser la más económica, es la que menor profundidad de excavación tiene, por lo tanto, será la más simple desde el punto de vista constructivo. Además, los ramales con mayor tapada se ubican en las calles perimetrales las cuales aún no están pavimentadas, esto disminuye también los costos de rotura y repavimentación en calzadas.

Por último, según exigencias del ENOHSa, aquellos tramos cuya tapada supere los 3 metros de profundidad, no pueden tener conexiones domiciliarias, por lo que deben ser acompañadas por cañerías subsidiarias que se ubican en las veredas. Estos tramos en la configuración adoptada son: V5, V6, V13, V14, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 Y R9.

A continuación se presenta una planilla de los parámetros más importantes de la red colectora cloacal. La verificación de la red se realizó en función de uno de los criterios permitidos por las normas del ENOHSa donde, en este caso, es el de velocidad mínima que está establecida en 0,6 m/s.

Asimismo, se respetaron los criterios de pendientes mínimas, pendientes máximas y velocidades máximas para los distintos diámetros de los conductos de la configuración adoptada.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 81 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A1 | 10,24 | 9,81 | 3,25 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,25 | 1,20 | 1,20 | 9,04 | 8,61 | 0,154 | 0,15 | 0,68 |
| A2 | 10,10 | 10,10 | 0,00 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,60 | 8,90 | 8,50 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A3 | 10,21 | 10,35 | -1,06 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,44 | 9,31 | 8,91 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A4 | 10,60 | 10,60 | 0,00 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,30 | 9,70 | 9,30 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A5 | 10,35 | 10,18 | 1,28 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,43 | 9,15 | 8,75 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A6 | 10,25 | 10,00 | 1,89 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,35 | 9,05 | 8,65 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A7 | 10,14 | 9,76 | 2,87 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,22 | 8,94 | 8,54 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A8 | 10,00 | 9,82 | 1,36 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,42 | 8,80 | 8,40 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A9 | 10,24 | 10,09 | 1,15 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,44 | 9,04 | 8,65 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A10 | 10,10 | 10,19 | -0,69 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,68 | 8,90 | 8,51 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A11 | 10,24 | 10,28 | -0,31 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,63 | 9,04 | 8,65 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A12 | 10,35 | 10,41 | -0,46 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,35 | 9,45 | 9,06 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A13 | 10,60 | 10,68 | -0,62 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,37 | 9,70 | 9,31 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A14 | 10,35 | 10,22 | 1,00 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,46 | 9,15 | 8,76 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A15 | 10,25 | 10,32 | -0,54 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,66 | 9,05 | 8,66 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 82 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A16 | 10,14 | 10,13 | 0,08 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,58 | 8,94 | 8,55 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A17 | 10,10 | 10,00 | 0,77 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,49 | 8,90 | 8,51 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A18 | 10,09 | 9,89 | 1,51 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,40 | 8,89 | 8,49 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A19 | 10,19 | 9,97 | 1,66 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,38 | 8,99 | 8,59 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A20 | 10,41 | 10,19 | 1,66 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,08 | 9,51 | 9,11 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A21 | 10,68 | 10,96 | -2,11 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,58 | 9,78 | 9,38 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A22 | 10,22 | 10,26 | -0,30 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,64 | 9,02 | 8,62 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A23 | 10,32 | 10,27 | 0,38 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,55 | 9,12 | 8,72 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A24 | 10,13 | 10,09 | 0,30 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,56 | 8,93 | 8,53 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A25 | 10,10 | 10,12 | -0,15 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,62 | 8,90 | 8,50 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A26 | 10,12 | 9,89 | 1,88 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,34 | 8,92 | 8,55 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A27 | 10,26 | 9,97 | 2,37 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,28 | 9,06 | 8,69 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A28 | 10,39 | 10,19 | 1,63 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,07 | 9,49 | 9,12 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A29 | 10,96 | 10,64 | 2,61 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 0,95 | 10,06 | 9,69 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 83 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A30 | 10,26 | 10,08 | 1,47 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,39 | 9,06 | 8,69 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A31 | 10,27 | 10,05 | 1,80 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,35 | 9,07 | 8,70 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A32 | 10,09 | 9,96 | 1,06 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,44 | 8,89 | 8,52 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A33 | 10,12 | 9,86 | 2,08 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,32 | 8,92 | 8,55 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A34 | 10,26 | 10,02 | 1,92 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,34 | 9,06 | 8,69 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A35 | 10,39 | 10,23 | 1,28 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,12 | 9,49 | 9,12 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A36 | 10,64 | 10,52 | 0,96 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,16 | 9,74 | 9,37 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A37 | 10,22 | 10,08 | 1,12 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,44 | 9,02 | 8,65 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A38 | 10,05 | 9,92 | 1,04 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,45 | 8,85 | 8,48 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A39 | 9,96 | 9,77 | 1,52 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,39 | 8,76 | 8,39 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A40 | 9,88 | 9,65 | 1,84 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,35 | 8,68 | 8,31 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A41 | 9,86 | 9,72 | 1,10 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,44 | 8,66 | 8,28 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A42 | 10,02 | 9,88 | 1,10 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,44 | 8,82 | 8,44 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A43 | 10,23 | 10,00 | 1,80 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,05 | 9,33 | 8,95 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 84 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A44 | 10,52 | 10,44 | 0,63 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 0,90 | 1,20 | 9,62 | 9,24 | 0,077 | 0,08 | 0,66 |
| A45 | 10,22 | 9,90 | 2,51 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,26 | 9,02 | 8,64 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A46 | 9,92 | 9,62 | 2,35 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,28 | 8,72 | 8,34 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A47 | 9,77 | 9,59 | 2,77 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,22 | 8,57 | 8,38 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A47´ | 9,59 | 9,46 | 2,08 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,32 | 1,38 | 8,27 | 8,08 | 0,154 | 0,46 | 0,66 |
| A48 | 9,65 | 9,51 | 1,87 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,29 | 8,45 | 8,23 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A48´ | 9,51 | 9,47 | 0,76 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,49 | 1,61 | 8,02 | 7,87 | 0,154 | 0,46 | 0,66 |
| A49 | 9,89 | 10,06 | -1,52 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,70 | 8,69 | 8,36 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A50 | 10,21 | 9,91 | 2,69 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,23 | 9,01 | 8,68 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A51 | 9,59 | 9,51 | 0,71 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,46 | 8,39 | 8,05 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A52 | 9,83 | 9,59 | 2,18 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,29 | 8,63 | 8,30 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A53 | 10,51 | 10,45 | 1,20 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,29 | 9,31 | 9,16 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |
| A54 | 10,60 | 10,45 | 1,33 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,39 | 9,40 | 9,06 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A55 | 10,45 | 10,21 | 2,18 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,46 | 1,55 | 8,99 | 8,66 | 0,154 | 0,69 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 85 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A55 | 10,45 | 10,21 | 2,18 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,46 | 1,55 | 8,99 | 8,66 | 0,154 | 0,69 | 0,66 |
| A56 | 10,21 | 10,16 | 0,50 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,58 | 1,83 | 8,63 | 8,33 | 0,154 | 1,31 | 0,66 |
| A57 | 10,16 | 10,16 | 0,00 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,86 | 2,20 | 8,30 | 7,97 | 0,154 | 1,85 | 0,66 |
| A58 | 10,16 | 10,24 | -0,72 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,23 | 2,64 | 7,94 | 7,60 | 0,154 | 2,39 | 0,66 |
| A59 | 10,60 | 10,35 | 2,22 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,33 | 1,42 | 9,27 | 8,94 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A60 | 10,35 | 10,25 | 0,91 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,45 | 1,68 | 8,91 | 8,58 | 0,154 | 0,39 | 0,66 |
| A61 | 10,25 | 10,14 | 1,10 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,71 | 1,90 | 8,55 | 8,25 | 0,154 | 0,54 | 0,66 |
| A62 | 10,14 | 10,00 | 1,24 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,93 | 2,12 | 8,22 | 7,88 | 0,154 | 0,69 | 0,66 |
| A63 | 10,00 | 10,01 | -0,09 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,15 | 2,50 | 7,85 | 7,51 | 0,154 | 1,00 | 0,66 |
| A64 | 10,68 | 10,20 | 4,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,40 | 1,26 | 9,28 | 8,94 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A65 | 10,22 | 10,32 | -0,91 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,49 | 1,92 | 8,73 | 8,40 | 0,154 | 0,54 | 0,66 |
| A66 | 10,32 | 10,13 | 1,90 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,95 | 2,06 | 8,37 | 8,07 | 0,154 | 0,85 | 0,66 |
| A67 | 10,13 | 10,10 | 0,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,09 | 2,40 | 8,04 | 7,70 | 0,154 | 1,16 | 0,66 |
| A68 | 10,10 | 10,04 | 0,54 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,43 | 2,70 | 7,67 | 7,34 | 0,154 | 1,31 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 86 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A69 | 10,96 | 10,26 | 6,22 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,61 | 1,25 | 9,35 | 9,02 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A70 | 10,26 | 10,27 | -0,09 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,67 | 2,01 | 8,59 | 8,26 | 0,154 | 0,54 | 0,66 |
| A71 | 10,27 | 10,09 | 1,80 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,04 | 2,16 | 8,23 | 7,93 | 0,154 | 0,85 | 0,66 |
| A72 | 10,09 | 10,12 | -0,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,19 | 2,56 | 7,90 | 7,57 | 0,154 | 1,16 | 0,66 |
| A73 | 10,12 | 9,88 | 1,96 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,59 | 2,71 | 7,54 | 7,17 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A74 | 10,64 | 10,08 | 4,98 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 4,98 | 1,23 | 1,23 | 9,41 | 8,85 | 0,154 | 0,69 | 0,85 |
| A75 | 10,08 | 10,05 | 0,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,42 | 1,72 | 8,66 | 8,33 | 0,154 | 1,00 | 0,66 |
| A76 | 10,05 | 9,96 | 0,90 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,75 | 1,96 | 8,30 | 8,00 | 0,154 | 1,31 | 0,66 |
| A77 | 9,96 | 9,88 | 0,71 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,99 | 2,25 | 7,97 | 7,64 | 0,154 | 2,93 | 0,66 |
| A78 | 9,88 | 9,46 | 3,77 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,74 | 2,66 | 7,14 | 6,80 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A79 | 10,52 | 10,22 | 2,67 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,23 | 1,27 | 9,29 | 8,95 | 0,154 | 0,39 | 0,66 |
| A80 | 10,22 | 9,92 | 2,73 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,30 | 1,33 | 8,92 | 8,59 | 0,154 | 0,69 | 0,66 |
| A81 | 9,92 | 9,77 | 1,50 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,48 | 1,63 | 8,45 | 8,15 | 0,154 | 1,00 | 0,66 |
| A82 | 9,77 | 9,65 | 1,07 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,66 | 1,87 | 8,12 | 7,78 | 0,154 | 1,31 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 87 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A83 | 9,65 | 9,61 | 0,36 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,90 | 2,20 | 7,75 | 7,41 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A84 | 10,21 | 10,10 | 1,00 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,42 | 9,01 | 8,68 | 0,154 | 0,62 | 0,66 |
| A85 | 10,10 | 9,81 | 2,64 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,45 | 1,49 | 8,65 | 8,32 | 0,154 | 1,16 | 0,66 |
| A86 | 9,81 | 10,07 | -2,31 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,52 | 2,12 | 8,29 | 7,95 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A87 | 10,35 | 10,10 | 2,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,47 | 1,55 | 8,88 | 8,55 | 0,154 | 0,54 | 0,66 |
| A88 | 10,10 | 10,24 | -1,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,63 | 2,10 | 8,47 | 8,14 | 0,154 | 0,69 | 0,66 |
| A89 | 10,24 | 10,16 | 0,71 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,13 | 2,39 | 8,11 | 7,78 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A90 | 10,41 | 10,28 | 2,17 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,38 | 1,43 | 9,03 | 8,85 | 0,154 | 0,54 | 0,66 |
| A91 | 10,28 | 10,19 | 1,80 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,66 | 1,72 | 8,62 | 8,47 | 0,154 | 0,85 | 0,66 |
| A92 | 10,19 | 10,09 | 0,91 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,75 | 1,98 | 8,44 | 8,11 | 0,154 | 1,16 | 0,66 |
| A93 | 10,09 | 10,22 | -1,16 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 2,01 | 2,48 | 8,08 | 7,74 | 0,154 | 0,31 | 0,66 |
| A94 | 10,19 | 9,97 | 2,00 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,23 | 1,34 | 8,96 | 8,63 | 0,154 | 0,77 | 0,66 |
| A95 | 9,97 | 9,89 | 0,73 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,41 | 1,66 | 8,56 | 8,23 | 0,154 | 1,23 | 0,66 |
| A96 | 9,89 | 9,70 | 1,69 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,69 | 1,84 | 8,20 | 7,87 | 0,154 | 0,15 | 0,66 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 88 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| A97 | 10,39 | 10,26 | 1,18 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,20 | 1,40 | 9,19 | 8,86 | 0,154 | 0,31 | 0,66 |
| A98 | 10,26 | 10,12 | 1,27 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,43 | 1,62 | 8,83 | 8,50 | 0,154 | 0,46 | 0,66 |
| A99 | 10,12 | 9,95 | 1,51 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,65 | 1,82 | 8,47 | 8,13 | 0,154 | 0,23 | 0,66 |
| A100 | 10,23 | 10,02 | 1,91 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,23 | 1,35 | 9,00 | 8,67 | 0,154 | 0,54 | 0,66 |
| A101 | 10,02 | 9,86 | 1,45 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,38 | 1,55 | 8,64 | 8,31 | 0,154 | 0,85 | 0,66 |
| A102 | 9,86 | 9,92 | -0,53 | 160,00 | 153,60 | 3,00 | 3,00 | 1,58 | 1,98 | 8,28 | 7,94 | 0,154 | 1,46 | 0,66 |
| V1 | 10,07 | 10,16 | -0,68 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,15 | 2,45 | 7,92 | 7,71 | 0,077 | 1,39 | 0,65 |
| V2 | 10,16 | 10,22 | -0,46 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,48 | 2,75 | 7,68 | 7,47 | 0,077 | 2,16 | 0,65 |
| V3 | 10,22 | 9,70 | 3,92 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,78 | 2,47 | 7,44 | 7,23 | 0,077 | 3,39 | 0,65 |
| V4 | 9,70 | 9,95 | -2,04 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,50 | 2,95 | 7,20 | 7,00 | 0,077 | 4,70 | 0,65 |
| V5 | 9,95 | 9,92 | 0,24 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,98 | 3,15 | 6,97 | 6,77 | 0,077 | 5,24 | 0,65 |
| V6 | 9,92 | 9,70 | 1,73 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 3,18 | 3,16 | 6,74 | 6,54 | 0,077 | 6,16 | 0,65 |
| V7 | 10,24 | 10,06 | 2,89 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,67 | 2,59 | 7,57 | 7,47 | 0,077 | 2,62 | 0,65 |
| V8 | 10,06 | 10,01 | 0,70 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,62 | 2,68 | 7,44 | 7,33 | 0,077 | 2,85 | 0,65 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 89 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Designación | Cota Inicial (m) | Cota final (m) | Pendiente Terreno (mm/m) | DN (mm) | DI (mm) | Pend. min (mm/m) | Pendiente Adoptada (mm/m) | Tapada inicial (m) | Tapada final (m) | Cota ext. Inicial (m) | Cota ext. Final (m) | QE30 por cuadra (L/s) | QE30 acumulado (L/s) | Velocidad (m/s) |
|-------------|------------------|----------------|--------------------------|---------|---------|------------------|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|
| V9 | 10,01 | 10,04 | -0,23 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,71 | 2,95 | 7,30 | 7,09 | 0,077 | 3,93 | 0,65 |
| V10 | 10,04 | 9,91 | 1,68 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,98 | 2,98 | 7,06 | 6,93 | 0,077 | 5,31 | 0,65 |
| V11 | 9,91 | 9,69 | 2,48 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 3,01 | 2,93 | 6,90 | 6,76 | 0,077 | 5,54 | 0,65 |
| V12 | 9,69 | 9,46 | 2,59 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,96 | 2,87 | 6,73 | 6,59 | 0,077 | 5,62 | 0,65 |
| V13 | 9,46 | 9,61 | -1,20 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 2,90 | 3,25 | 6,56 | 6,36 | 0,077 | 8,62 | 0,65 |
| V14 | 9,61 | 9,42 | 1,49 | 250,00 | 240,20 | 1,60 | 1,60 | 3,28 | 3,29 | 6,33 | 6,13 | 0,077 | 10,01 | 0,65 |
| R1 | 9,47 | 9,42 | 0,45 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 4,29 | 4,38 | 5,18 | 5,04 | 0,154 | 11,09 | 0,65 |
| R2 | 9,46 | 9,47 | -0,09 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 4,12 | 4,26 | 5,34 | 5,21 | 0,154 | 10,09 | 0,65 |
| R3 | 9,62 | 9,46 | 1,45 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 4,11 | 4,09 | 5,51 | 5,37 | 0,154 | 9,09 | 0,65 |
| R4 | 9,90 | 9,62 | 2,55 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 4,23 | 4,08 | 5,67 | 5,54 | 0,154 | 8,55 | 0,65 |
| R5 | 10,44 | 9,90 | 4,80 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 4,61 | 4,20 | 5,83 | 5,70 | 0,154 | 8,01 | 0,65 |
| R6 | 10,00 | 10,44 | -3,32 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 3,98 | 4,58 | 6,02 | 5,86 | 0,000 | 7,70 | 0,65 |
| R7 | 9,88 | 10,00 | -1,09 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 3,70 | 3,95 | 6,18 | 6,05 | 0,154 | 7,47 | 0,65 |
| R8 | 9,72 | 9,88 | -1,45 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 3,37 | 3,67 | 6,35 | 6,21 | 0,154 | 6,93 | 0,65 |
| R9 | 9,70 | 9,72 | -0,18 | 315,00 | 302,60 | 1,20 | 1,20 | 3,19 | 3,34 | 6,51 | 6,38 | 0,154 | 6,39 | 0,65 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 90 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



VIII.4 – VERIFICACIÓN DE LAS CAÑERÍAS

Una vez terminada la colocación de la cañería entre dos bocas de registro, incluidas las conexiones domiciliarias, con todas las juntas ejecutadas de acuerdo a las especificaciones respectivas, se procederá a efectuar las pruebas hidráulicas del tramo.

VIII.4.A – PRUEBA HIDRÁULICA A ZANJA ABIERTA

La primera prueba, en “zanja abierta”, se efectuará llenando con agua la cañería, previamente se coloca en el extremo de menor cota un tapón ciego. Una vez eliminado todo el aire, se lleva el líquido a la presión de prueba de 2 metros columna de agua, que deberá ser medida sobre el intradós del punto más alto del tramo que se prueba.

Las juntas que pierdan deberán ser rehechas, cualquiera sea el material de las mismas. Los caños que presentan grietas deberán ser reemplazados.

Transcurridas 24 horas después de efectuadas las reparaciones, se procederá a una nueva prueba, repitiendo el proceso las veces que sea necesario hasta alcanzar un resultado satisfactorio.

VIII.4.B – PRUEBA A ZANJA RELLENA

Una vez comprobada la ausencia de fallas, se mantendrá la cañería con la presión de prueba constante de 2 metros columna de agua y se procederá al relleno de la zanja y apisonado de la tierra hasta alcanzar un espesor de 1,30 m sobre la cañería. La presión se mantendrá durante todo el tiempo que dure este relleno, para comprobar que los caños no han sido dañados durante la operación de tapado. Si las pérdidas no superan las admisibles, se dará por aprobada la prueba a “zanja rellena”.

VIII.4.C – VERIFICACIÓN DE LAS BOCAS DE REGISTRO

La verificación de las pérdidas de las bocas de registro, se realiza llenando la cámara con cantidad de agua suficiente donde previamente se realiza el taponamiento de los caños de entrada y salida. Se deja llena con agua 24 horas y posteriormente se mide el nivel del agua. Si este desciende más que lo estipulado en el pliego se considera que hay pérdidas.

| | | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 91 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



VIII.4.D – PRUEBA DEL TAPÓN

La prueba del tapón tiene como objetivo verificar que no existan obstrucciones dentro de las cañerías.

A medida que se coloca la cañería, se introduce un tapón de madera atado a un alambre desplazándolo en toda la longitud de la cañería ida y vuelta. Aquellas cañerías que no permitan su paso son rechazadas. Esta prueba se realiza tanto antes como después de las pruebas hidráulicas.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 92 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IX – ESTACIÓN DE BOMBEO

El ENOHSa define a una estación de bombeo (EB) como una unidad destinada a la elevación de líquido cloacal en cualquier parte del sistema ya sea de la red colectora, planta de tratamiento, etc. Tal denominación incluye el conjunto integrado por las bombas, motores, máquinas auxiliares, aparatos de medición, tableros de comando, protecciones, cámara de bombeo propiamente dicha y edificios e instalaciones complementarias.

Las EB sólo deberán incluirse en un proyecto cuando las características topográficas impidan el desagüe del líquido cloacal por gravedad o cuando las tapadas sean demasiado grandes tal que incluyan excesivos costos de construcción.

Hay 2 tipos de estaciones de bombeo: con “cámara húmeda o inundada” y con “cámara seca”. En el primer tipo, las bombas se encontrarán sumergidas en el líquido cloacal y para su mantenimiento es necesaria la elevación de la bomba, estas se encuentran instaladas mediante un guía a través de cadenas que permiten su elevación. Las segundas se están dividiendo en dos partes: la cámara de aspiración y la cámara donde se alojan las bombas. Para este segundo caso se deberá demostrar, mediante un estudio técnico-económico, la ventaja de su adopción.

Es muy importante que la estación cuente con rejillas cuya función es la de proteger las bombas evitando el ingreso de sólidos con gran volumen que puedan dañarla.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 93 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

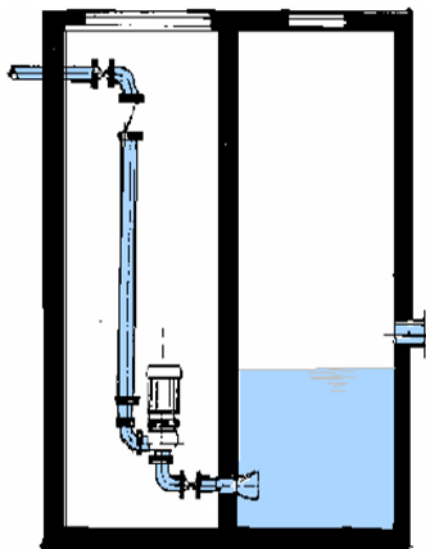


Figura 36 - Estación de bombeo con cámara seca. (Fuente: Apuntes de Ingeniería Sanitaria – Recopilación Ing. Esteban Díaz, UTN)

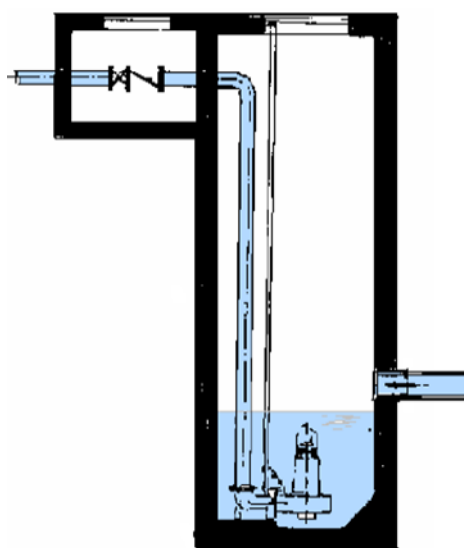


Figura 37 - Estación de bombeo con cámara húmeda. (Fuente: Apuntes de Ingeniería Sanitaria – Recopilación Ing. Esteban Díaz, UTN)

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 94 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IX.1 – UBICACIÓN

Las normas del ENOHSa establecen que:

- La ubicación de las estaciones de bombeo, además de ser conveniente para los fines específicos de la misma, se seleccionará tomando en cuenta el impacto sobre la trama urbana y sobre el medio ambiente. En la selección de los terrenos disponibles deberá considerarse la disponibilidad de accesos adecuados y energía eléctrica, como así las futuras necesidades de aplicación.
- En la selección de la ubicación se tendrá en cuenta la dirección de los vientos dominantes, tratando de emplazar la estación de tal manera que se evite la posible dispersión de olores desagradables sobre la localidad.
- Se debe analizar la presencia de napa freática en el lugar de emplazamiento y las oscilaciones de nivel de la misma, con el objeto de incorporar esta información a las condiciones de diseño.
- Altimétricamente, el terreno de emplazamiento de la estación de bombeo deberá encontrarse, por lo menos, a +0.30 m por encima de la cota máxima de inundación conocida. El coronamiento de la cámara de bombeo se ubicará a no menos de +0.50 m por sobre dicho nivel de inundación.

IX.2 – REJAS

En el fluido pueden existir elementos que al ingresar a la bomba podrían taponarla o dañar los rotores. Existen varios tipos de rejillas en función de la manera en que se retiran los residuos retenidos, pueden ser rejillas de limpieza manual o rejillas de limpieza mecánica.

IX.2.A – REJAS DE LIMPIEZA MANUAL

Tienen 2 variantes:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 95 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- **Reja tipo canasto:** Es una caja metálica perforada o con barrotes abierta en un costado hacia el lado de la cañería de entrada. En el canasto se retienen los sólidos y cuenta con un dispositivo de izaje que permite levantarlo para su limpieza en la superficie.
- **Reja fija:** es una reja inclinada que se encuentra colocada en un canal frente al conducto de entrada.

La separación de los barrotes está en función del líquido, la bomba y el tipo de estación. De acuerdo a la separación, se clasifican en rejas finas (separación de 10 mm a 25 mm), rejas medianas (25 mm a 35 mm) y rejas gruesas con separaciones hasta 100 mm o más.

Las normas ENOHSa establecen que:

- Las estaciones de bombeo que operen con líquidos crudos, deberán contar, en todos los casos, con rejas para retener aquellos sólidos que puedan provocar obstrucciones en las bombas.
- La abertura “e” no deberá superar el siguiente valor:

$$e = 0.75 * dp$$

Siendo:

dp = el máximo paso de sólidos admitido por el impulsor de la bomba (mm).

e = espaciamiento entre barrotes o abertura de las rejas (valor máximo admisible 100 mm)

- Las rejas serán de limpieza manual. Próximo a las rejas deberá instalarse un hidrante o una canilla de servicio de diámetro no inferior a 19 mm, con una manga, a efectos de facilitar la limpieza de las mismas.
- El material retenido en las rejas deberá ser convenientemente dispuesto por enterramiento en el predio de la estación de bombeo o en otro lugar a prever a tal efecto.

IX.3 – DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS CÁMARAS HUMEDAS

De acuerdo al ENOHSa, se define como volumen útil de la cámara húmeda o de aspiración, al comprendido entre el nivel mínimo absoluto de parada y el nivel máximo absoluto de

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 96 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



arranque de las bombas. En todos los casos deberá determinarse el mínimo volumen útil de la cámara de aspiración compatible con las condiciones de operación según la frecuencia máxima de arranques y el tiempo máximo de permanencia del líquido en la cámara.

El caudal del año inicial del proyecto será menor que el caudal de diseño provocando una mayor retención de líquido en la cámara, que se deberá tener en cuenta para que no se produzca sedimentación de los sólidos y para que las bombas no operen con frecuencia desusada.

La determinación del volumen del pozo depende de:

- El tiempo que el líquido permanecerá retenido en la estación.
- La frecuencia de operación de los equipos de bombeo.

El volumen del pozo debe ser lo más pequeño posible para que no se produzca la septización del líquido y lo suficientemente grande para que los periodos entre los arranques sucesivos de los equipos no generen recalentamiento en el motor eléctrico.

Las condiciones descriptas en el párrafo anterior pueden lograrse si al dimensionar el pozo para cualquier combinación del caudal afluente Q y el caudal de bombeo Q_b , el ciclo de operación de cada bomba entre dos arranques sucesivos sea mayor a 5 minutos y la permanencia no exceda los 30 minutos.

La norma establece la siguiente metodología de cálculo para una sola bomba en servicio (más otra igual de reserva):

- El cálculo del caudal de la bomba para la altura manométrica de diseño, para el año final está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{b30} \left[\frac{m^3}{h} \right] = m * Q_{E30} \quad \text{con} \quad 1,10 \leq m \leq 1,00$$

Siendo:

Q_{b30} = Caudal de bombeo total para el final del periodo de diseño (no incluye la bombas de reserva).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 97 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



m = Factor de bombeo. Cociente entre la capacidad máxima de bombeo y el caudal máximo horario.

Q_{E30} = Caudal máximo horario afluente para el final del periodo de diseño.

- o La frecuencia máxima admisible de arranques está dada por el siguiente cuadro:

Tabla 7 - Frecuencia de arranques admisibles. (Fuente: ENOHSa)

| Potencia | $f_{m\acute{a}x}$ (arranque/hora) | $t_{c\acute{m}i\acute{n}}$ (hora) |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| < 15 CV | 6 a/h | 0,17 h |
| 15 a 50 CV | 4 a/h | 0,25 h |
| > 50 CV | Consultar fabricante | |

Donde:

$f_{m\acute{a}x}$: Máxima frecuencia de arranques admisibles (arranques/hora).

$t_{c\acute{m}i\acute{n}}$: Mínimo tiempo entre dos arranques sucesivos (horas).

- o Una vez obtenido el caudal de bombeo total y la frecuencia máxima admisible de arranques en función de la potencia de la bomba, se calcula el volumen útil de la cámara húmeda a través de la siguiente expresión:

$$V_1 = 1,15 * \frac{Q_{b30}}{4 * f_{max}}$$

Siendo “1,15” un factor de seguridad para evitar posibles errores en la determinación de los caudales reales.

- o El tiempo máximo de permanencia $t_{sm\acute{a}x}$ del líquido en la cámara, en cualquier etapa de funcionamiento, no deberá superar los 30 minutos, con el fin de minimizar la sedimentación y la septización. El tiempo máximo de permanencia se determinará para Q_{B0} por la siguiente expresión:

$$t_{sm\acute{a}x} = \frac{V_1}{Q_{B0}} + \frac{V_f + 0,5 * V_1}{Q_{b10} - Q_{B0}} \leq 0,5 \text{ hora}$$

Siendo:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 98 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



V_f = Volumen de fondo de la cámara húmeda, comprendido entre el fondo de la misma y el nivel de parada de la bomba inferior.

Q_{b10} = Caudal de la bomba (corresponde al equipo que se prevea instalar para los primeros 10 años).

Q_{BO} = Caudal mínimo horario del año inicial del proyecto.

A continuación se enuncian algunas consideraciones establecidas por el ENOHSa para el diseño:

- Se deberán evitar zonas de bajas velocidades y las divergencias o aristas vivas que originen separación de la capa límite en el fluido. También deberán evitarse ensanchamientos y/o estrechamientos bruscos de la sección de escurrimiento. La entrada del líquido a la zona de aspiración deberá ubicarse lo más lejos posible de las bombas y efectuarse preferentemente por debajo del nivel mínimo del líquido. No deberán efectuarse ingresos laterales de líquido en la cámara, que tiendan a producir rotación del mismo.
- La campana de succión de las bombas se ubicará lo más próxima posible a las paredes laterales y posterior y al piso de la cámara, que permita las especificaciones del fabricante, con el objeto de lograr líneas de corriente lo más paralelas posibles y con mínimos recorridos curvos.
- Se evitará la instalación de bombas en la estela de otras bombas.
- Se deberán respetar los requerimientos de sumergencia mínima exigidas por el fabricante, así como la separación entre bombas y entre estos y las paredes del estanque.
- El fondo de la cámara deberá tener una pendiente hacia la zona de aspiración, comprendida entre 8° y 15° a fin de reducir al mínimo la sedimentación de sólidos.
- No se aceptarán múltiples de aspiración. En todos los casos cada bomba deberá disponer de una cañería de aspiración independiente.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 99 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- La ventilación de la cámara húmeda deberá ser continua y suficiente para evitar la concentración de gases que puedan causar explosión o intoxicación. Esta ventilación podrá realizarse por medio de chimeneas o equipos electromecánicos de ventilación forzada.
- La cámara húmeda deberá poseer por lo menos una entrada para hombre y los accesos para instalación y extracción de equipos.
- En todos los casos se preverá un desborde de emergencia, para limitar el ascenso del nivel de líquido en caso de parada prolongada de bombas por falta de energía eléctrica u otros inconvenientes. La cota de desborde, además de asegurar la protección de equipos no sumergibles, deberá evitar desbordes en bocas de registro y conexiones domiciliarias aguas arriba de la estación de bombeo.
- La capacidad de conducción de la cañería de desborde será el Q_E al final del periodo de diseño más los caudales de infiltración y los que se estimen que ingresaran por lluvias.
- El lugar previsto para la disposición de los líquidos desbordados, deberá permitir la recepción de los mismos sin ocasionar peligro para la salud pública y sin originar perjuicios a la propiedad privada. Deberá estudiarse la posibilidad de drenaje, absorción o eliminación de tales líquidos, minimizando el riesgo sanitario y ambiental.

IX.3.A – EQUIPOS DE BOMBEO

La norma ENOHSa establece que en todos los casos se deberá prever la instalación de electrobombas de reserva.

Además, indica que el número de bombas a instalar para todas las bombas iguales se basará en alguno de los siguientes criterios:

- Caudal Q_b equirrepartido en N bombas de caudal Q_b/N de acuerdo a los casos de la **¡Error!**
o se encuentra el origen de la referencia..

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 100 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 8 - Estación con todas las bombas iguales. (Fuente: ENOHSa)

| Caso | Cantidad de bombas | | | Caudal Nominal de cada bomba | Capacidad total instalada | Capacidad instalada como reserva |
|------|--------------------|------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | Funcionando | En reserva | Total instalado | | | |
| I | 1 | 1 | 2 | Q_b | $2,00 * Q_b$ | 100% |
| II | 2 | 1 | 3 | $Q_b/2$ | $1,5 * Q_b$ | 50% |

De acuerdo con las características de la estación de bombeo, para las de cámara húmeda, las bombas serán de motor sumergible o de eje vertical con motor en superficie y bomba sumergida.

IX.3.B – BOMBAS CENTRIFUGAS

Cuando se utilizan bombas centrífugas capaces de bombear líquidos cloacales, éstas deben estar fabricadas con materiales no atacables por los líquidos cloacales debiendo los rotores ser redondeados y libres de ángulos agudos y salientes que puedan retener sólidos.

El ENOHSa indica que el control de arranque y parada de bombas se hará por flotadores u otros dispositivos similares ubicados en la cámara de succión, debiéndose prever la parada de bombas por sobre nivel y falta de nivel, con alarmas acústicas y ópticas.

Se deberá prever la instalación de electrobombas de reserva, para asegurar la confiabilidad imprescindible en este tipo de servicio. Las mismas deberán trabajar permanentemente sumergidas.

Para la selección del tipo de bomba a instalar, se debe definir el punto (H_b ; Q_b) de operación del conjunto de bombas a instalar, siendo H_b la altura manométrica en el punto de impulsión para el caudal total Q_b de bombeo.

Por lo tanto, la norma ENOHSa indica que la altura manométrica H_{bi} de cada bomba se calculará por la siguiente expresión:

$$H_{bi} \approx H_z + H_j + H_{ai} + H_{ii}$$

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 101 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Donde:

- H_{bi} = altura manométrica que deberá vencer cada bomba cuando todas funciones simultáneamente.
- H_z = altura geométrica de elevación.
- H_j = pérdida de carga de la conducción, para el caudal de diseño, entre el punto de descarga y el múltiple de impulsión.
- H_{ai} = pérdida de carga en el tramo de aspiración de la bomba “i” para el caudal Q_i de la misma.
- H_{ii} = pérdida de carga en el tramo de impulsión de la bomba “i”, hasta el múltiple, para el caudal Q_i de la misma.

IX.3.C – INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

El ENOHSa establece que en todos los casos se preverá un aparejo manual a engranajes, para la elevación de las bombas, motores y demás equipos hasta el nivel de piso.

Además, el proyecto de la estación de bombeo debe incluir el de las obras necesarias para permitir el acceso permanente a la misma, para lo cual se asegurará la transitabilidad para automotores en caso de lluvias y una cota de 0,50 m por arriba de la máxima conocida de inundación.

IX.3.D – MEDICIÓN DE CAUDALES

Es una operación que se realiza para el control y seguimiento de procesos e informes de descargas.

Un sistema completo de medición de caudal consta de dos elementos, un sensor o detector y un dispositivo convertidor. El sensor o el detector se exponen o se ven afectados por el flujo, mientras que el convertidor es el dispositivo que traduce la señal, o la lectura, desde el sensor hasta el elemento en el que se registran, o se leen las mediciones.

En conducciones parcialmente llenas, la determinación del caudal se lleva a cabo midiendo la pérdida de carga generada por la introducción de una obstrucción en la conducción, tal como

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 102 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



un estrangulamiento o una placa vertedero, o por medida de la sección mojada y de la velocidad de flujo asociada.

IX.3.E – VÁLVULAS

A continuación se describen las válvulas implementadas en el diseño de la Estación de Bombeo.

- **Válvula de retención:** Tiene como función evitar que, al pararse la bomba, el líquido regrese y que el rotor de la bomba gire en sentido contrario.
- **Válvula de seccionamiento:** El objetivo de esta válvula es el de aislar cada bomba cuando deben efectuarse trabajos de mantenimiento o de desmontaje evitando la necesidad de detener el sistema por completo. En general son válvulas de operación manual tipo esclusa o mariposa.
- **Válvulas de escape de aire:** En los puntos elevados de una tubería de impulsión suele acumularse aire y producirse vacíos por la rotura de la columna líquida, especialmente durante el llenado. Es por ello que en dichos puntos deben colocarse válvulas de alivio de aire para evacuar este último de las cañerías.

IX.4 – CÁLCULO HIDRÁULICO ESTACIÓN DE BOMBEO

Para el proyecto se adopta una EB con cámara húmeda puesto que tanto técnica como económicamente no es justificable la realización de una cámara anexa al pozo de bombeo, esto se debe a los bajos volúmenes de bombeo y a que el acceso a la bomba sumergida para reparaciones o mantenimiento no presenta ninguna complejidad. Por último, otras ventajas importantes de las bombas sumergidas son que el ruido y las vibraciones producidos son atenuados por el fluido que lo rodea.

Se disponen de dos bombas, donde una de ellas estará en servicio.

A partir del caudal máximo horario del año de diseño Q_{E30} , se dimensiona el caudal de la bomba:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 103 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$Q_{b30} \left[\frac{m^3}{h} \right] = 1,10 * 77,29 = 85,02$$

Obtenido el caudal de la bomba y estableciendo una frecuencia máxima de 6 arranques por hora se calcula el Volumen útil de la cámara húmeda:

$$V_1 [m^3] = 1,15 * \frac{85,02}{4 * 6} = 4,07$$

El caudal de la bomba para los primeros diez años de proyecto se calcula con una población de 2619 habitantes, [¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.] en el cual para ese periodo se tendrá un caudal máximo horario Q_{E10} será de 58,05 m³ por hora.

$$Q_{b10} \left[\frac{m^3}{h} \right] = 1,10 * 58,05 = 63,86$$

Las normas limitan el tiempo máximo de permanencia a 30 minutos para evitar la sedimentación, por lo que este será el valor que se adoptará para el tiempo máximo de permanencia $t_{smáx}$ del líquido en la cámara.

$$t_{smáx} = 0,5 \text{ h}$$

De la ecuación de $t_{smáx}$ se puede obtener el Volumen de fondo V_f :

$$V_f = \left[\left(t_{smáx} - \frac{V_1}{Q_{B0}} \right) * (Q_{b10} - Q_{B0}) \right] - (0,5 * V_1)$$

Con un caudal mínimo horario del año inicial del proyecto Q_{B0} de 11,18 m³ por hora:

$$V_f [m^3] = \left[\left(0,5 - \frac{4,07}{11,18} \right) * (63,86 - 11,18) \right] - (0,5 * 4,07) = 5,10$$

El volumen total V_t está dado por:

$$V_T [m^3] = V_1 + V_f = 4,07 + 5,10 = 9,17$$

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 104 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IX.4.A – SELECCIÓN DE LA BOMBA

Para seleccionar el tipo de bomba es necesario saber el cual será el caudal y la altura de bombeo a vencer, como así también las pérdidas producidas.

Para el proyecto se recomienda usar las dos bombas de manera alternada para así asegurar el funcionamiento de ambas, ya que de lo contrario al encontrarse aquella que fue denominada para reserva en “reposo” mucho tiempo, no siempre asegura su funcionamiento inmediato al necesitarla. Dicho esto, se disponen de dos bombas con 6 arranques por hora cada una, alternándose en ciclos de 5 minutos por bomba.

A partir del caudal de la bomba, cada bomba será capaz de bombear:

$$Q_{b30} \left[\frac{m^3}{5 \text{ min}} \right] = \frac{85,02}{6} = 14,17$$

$$Q_{bomba} \left[\frac{m^3}{\text{min}} \right] = \frac{14,17}{5} = 2,83 \quad \therefore \quad Q_{bomba} \left[\frac{L}{s} \right] = 2,83 * \frac{1000}{60} = 47,17$$

Donde “ Q_{bomba} ” es el caudal de la bomba necesario a evacuar.

IX.4.B – ALTURA GEOMÉTRICA DE BOMBEO

La altura geométrica de elevación “ H_z ”, es la altura necesaria a vencer por la bomba para que la conducción del líquido cloacal continúe por gravedad. Se la considera desde el fondo de la cámara de bombeo hasta el ingreso a la laguna facultativa que es la siguiente unidad de tratamiento.

Por lo tanto la altura será $H_z = H_{EB} + H_{LF}$

Siendo:

- H_{EB} = Altura considerada para la estación de bombeo.
- H_{LF} = Altura considerada desde la salida de la EB hasta la entrada del conducto en la laguna facultativa.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 105 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 38 - Perfil de elevación Estación de Bombeo – Planta de Tratamientos.

Para obtener la altura necesaria H_{LF} se consideró el punto más elevado del trayecto desde la estación de bombeo hasta la Laguna de tratamiento, la cual tiene lugar a los 0,3 km aproximadamente desde la salida de la EB obteniendo una diferencia de altura de 5,00 metros. Por último, se consideró la diferencia de altura entre el terreno natural en la entrada de la planta de tratamiento y de las cañerías que descargan en las rejillas siendo la misma de 1,50 m.

Una vez obtenidas las alturas necesarias a vencer, se calcula la altura geométrica de elevación:

$$H_z[m] = 8,35 + 5 + 1,5 = 14,85$$

IX.4.C – CÁLCULO DE PÉRDIDAS

Para poder obtener la altura manométrica a vencer por la bomba, es necesario calcular la pérdida de carga que se generará en la tubería desde la aspiración de la bomba hasta la llegada del caño afluente en la laguna de tratamiento. La pérdida por carga es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas entre sí y contra las paredes del

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 106 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



conducto. Se generan además, pérdidas por estrechamiento de la sección, cambios de dirección, por presencia de válvulas, entre otras.

Para determinar las pérdidas que se generan en el conducto desde la salida de la EB hasta la laguna de tratamiento, se tuvo primero que determinar donde estará ubicada la laguna. Una vez designado el emplazamiento, se procede a calcular las pérdidas.

Existen dos tipos de pérdidas, por fricción y por conexiones. Ambas se miden en función de la energía cinética generada por la velocidad del fluido, que se establecen en función del caudal a conducir y del diámetro del conducto.

Pérdidas por fricción

Las pérdidas por fricción se obtienen a partir de la fórmula de Darcy Weisbach para un flujo incompresible a régimen permanente, expresada a continuación:

$$\Delta_{hf} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$f = F\left(Re, \frac{\varepsilon}{D}\right) \quad \text{con} \quad Re = \frac{V * D * \rho}{\mu} = \frac{V * D}{\nu}$$

Donde:

- f = Factor de fricción.
- L = Longitud de la cañería = 1350 m.
- V = Velocidad del fluido.
- g = aceleración de la gravedad = $9,81 \frac{m}{s^2}$
- D = diámetro interno de la cañería.
- ε = Rugosidad del material.
- Re = Número de Reynolds.
- ρ = Densidad del fluido.
- μ = Viscosidad dinámica del fluido.
- ν = Viscosidad cinemática del fluido = $1,007 \times 10^{-6} \left(\frac{m^2}{s}\right)$ (valor para agua a 20 °C)

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 107 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Para flujo laminar: $f = \frac{64}{Re}$

Para flujo turbulento: $f = \frac{1,325}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,70 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$

El factor de fricción puede ser obtenido también a través del ábaco de Moody en función del número de Reynolds “ Re ” y la relación “ ε/D ”.

Un número critico de Reynolds hace distinción entre regímenes de flujo, como ser flujo laminar o turbulento en tubos.

Para: $Re < 2000 \rightarrow$ Flujo laminar.

$Re > 2000 \rightarrow$ Flujo Turbulento.

Para el proyecto se optó un conducto de diámetro nominal 250 mm a la salida de la bomba, y a partir del caudal de la bomba se calcula la velocidad del fluido:

$$V \left[\frac{m}{s} \right] = \frac{Q_{bomba}}{A} = \frac{0,04717}{\frac{\pi * 0,2402^2}{4}} = 1,04$$

El factor de fricción se obtuvo del ábaco de Moody a partir de los siguientes parámetros:

$$Re = \frac{1,04 * 0,2402}{1,007 * 10^{-6}} \cong 248000$$

El número de Reynolds es mayor a 2000 por lo tanto el flujo es turbulento.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,0015}{240,2} = 0,0000063$$

El valor de la rugosidad absoluta se obtiene un función del material del conducto, en este caso es el PVC. En la siguiente tabla se encuentran los valores de “ ε ” en función del material.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 108 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

| RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES | | | |
|---|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Material | ϵ o k (mm) | Material | ϵ o k (mm) |
| Plástico (PE, PVC) | 0,0015 | Fundición asfaltada | 0,06-0,18 |
| Poliéster reforzado con fibra de vidrio | 0,01 | Fundición | 0,12-0,60 |
| Tubos estirados de acero | 0,0024 | Acero comercial y soldado | 0,03-0,09 |
| Tubos de latón o cobre | 0,0015 | Hierro forjado | 0,03-0,09 |
| Fundición revestida de cemento | 0,0024 | Hierro galvanizado | 0,06-0,24 |
| Fundición con revestimiento bituminoso | 0,0024 | Madera | 0,18-0,90 |
| Fundición centrifugada | 0,003 | Hormigón | 0,3-3,0 |

Figura 39 - Rugosidad absoluta de los materiales. (Disponible en: <https://elaborate.uca.es/wp-content/uploads/2018/11/Rugosidad-absoluta-de-materiales.pdf>)

Calculada la relación ϵ/D y el número de Reynolds, se obtiene el factor de fricción f del ábaco de Moody. Al ábaco se ingresa con una relación $\epsilon/D = 0,00001$.

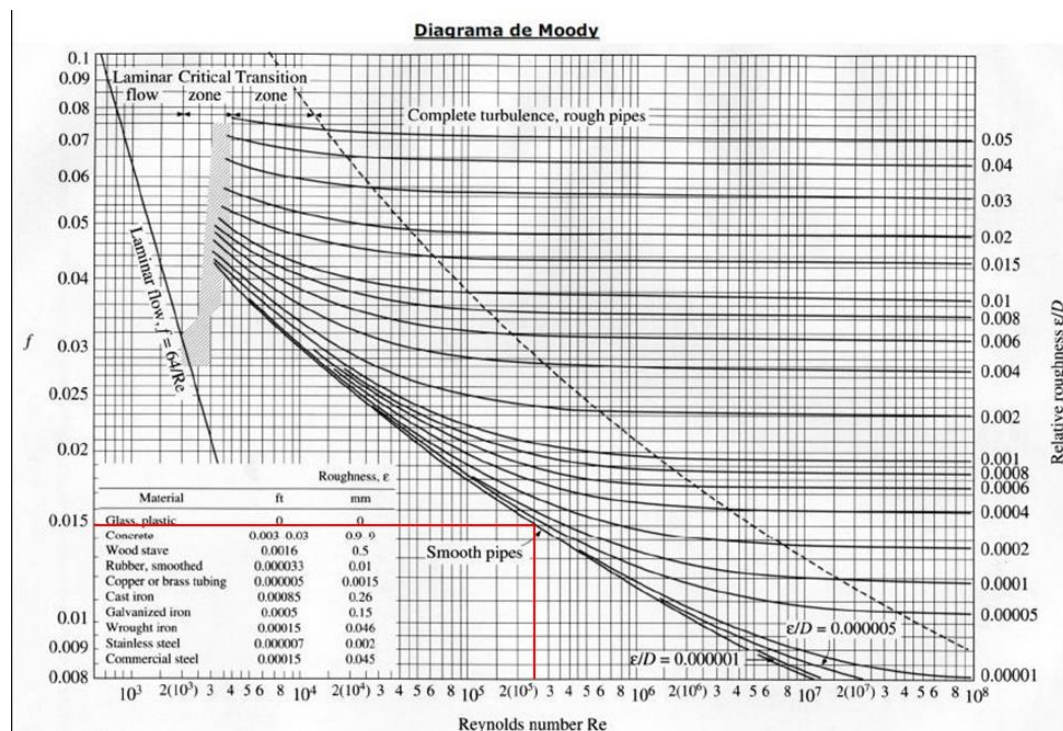


Figura 40 - Diagrama de Moody.

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 109 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Obtenido el factor de fricción f , igual a 0,015, se calcula la pérdida debido a la fricción:

$$\Delta_{hf}[m] = 0,015 * \frac{1350}{0,2402} * \frac{1,04^2}{2 * 9,81} = 4,65$$

Pérdidas por conexiones

Las pérdidas por conexiones o locales son las generadas debido a una variación significativa de la configuración del flujo, las cuales surgen en las contracciones o ensanchamientos de los conductos, en válvulas, accesorios, codos, etc.

Para el proyecto, las pérdidas a tener en cuenta son por entrada y salida del conducto, codos a 90° y 45°, válvulas de aire, antirretorno y de seccionamiento. Las pérdidas por conexiones se expresan a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta_{hc} = K_e * \frac{V^2}{2g} + 2 * K_{va} * \frac{V^2}{2g} + K_{c90} * \frac{V^2}{2g} + 4 * K_{c45} * \frac{V^2}{2g} + K_{vr} * \frac{V^2}{2g} + K_{secc} * \frac{V^2}{2g} + K_s * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- K = Coeficiente de minoración o mayoración de cada pérdida respecto a la energía cinética.
- $K_e = 0,8$. Coeficiente para la entrada de la cañería
- $K_{va} = 0,3$. Coeficiente para válvula de aire.
- $K_{c90} = 0,64$. Coeficiente para codo a 90°.
- $K_{c45} = 0,14$. Coeficiente para codo a 45°.
- $K_{vr} = 1,2$. Coeficiente para válvula de retorno.
- $K_{secc} = 0,3$. Coeficiente para cambio de sección.
- $K_s = 1$. Coeficiente para la salida de la cañería.

$$\Delta_{hc}[m] = (0,8 + 2 * 0,3 + 0,64 + 4 * 0,14 + 1,2 + 0,3 + 1) * \frac{1,04^2}{2 * 9,81} = 0,28$$

Pérdidas totales:

Las pérdidas totales están dadas por la altura manométrica a vencer. Partiendo de la ecuación de la altura manométrica a vencer por la bomba dada por:

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 110 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

$$H_{bi} \approx H_z + H_j + H_{ai} + H_{ii}$$

Donde H_z es la altura geométrica de bombeo igual a 16,35 m y el término $(H_j + H_{ai} + H_{ii})$ Es la suma de las pérdidas por fricción y las pérdidas por conexiones, la cual resulta:

$$\Delta_{hT}[m] = 4,65 + 0,28 = 4,93$$

Por lo tanto H_{bi} va a ser igual a:

$$H_{bi}[m] = 14,85 + 4,93 = 19,78$$

Una vez obtenidos todos los parámetros y la altura manométrica a vencer, se procede a elegir la bomba. Para ello, se utilizan las tablas y diagramas proporcionadas por el fabricante, en este caso se optó por la marca comercial Flygt.

Se ingresó al catálogo de bombas Flygt, más precisamente en el apartado de bombas de capacidad media, el cual contiene un diagrama [H;Q] que permite conocer cuál es el tipo de bomba que mejor se adapta al caso en estudio. Para el proyecto se adoptó una bomba Flygt 3153.

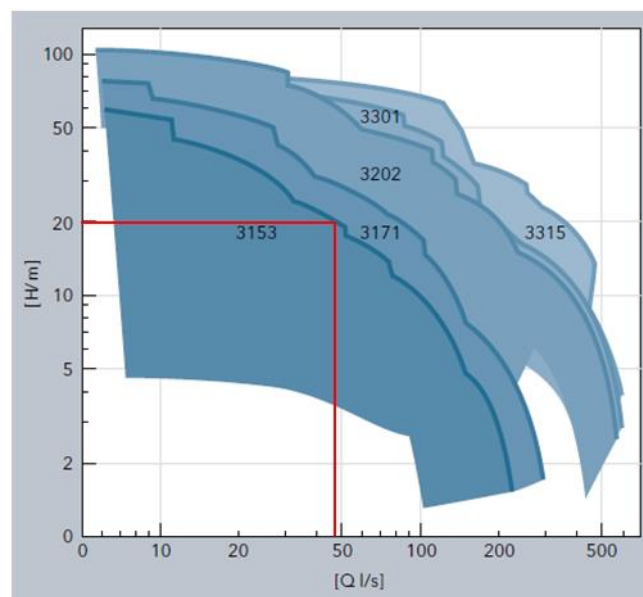


Figura 41 - Gráfico para la elección de la bomba. (Fuente: “La serie de bombas Flygt”, catálogo Flygt)

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 111 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



IX.5 – DISEÑO ESTACIÓN DE BOMBEO DEL PROYECTO

Para el diseño de la estación se adoptó una planta circular, formando así una geometría cilíndrica con un descanso intermedio utilizado como plataforma de maniobra en la cual se encuentran las válvulas antirretorno y de seccionamiento, las tapas de acero al zinc que permiten la extracción de las bombas mediante medios de izaje, como así también el acceso a las rejillas tipo compuerta y tipo canasto.

El descenso a la plataforma y al fondo de la cámara se realiza a través de una escalera tipo gato de acero inoxidable. El material utilizado para la construcción de la cámara es hormigón armado.

La estación está dotada de 2 bombas Flygt 3153 en modo de reserva caliente, las cuales funcionan de manera intermitente, alternando un ciclo cada una para garantizar un desgaste parejo en ambas bombas.

El tablero principal y el sistema eléctrico se ubican en una casilla por encima del terreno natural, separada de la cámara. Dentro de la cámara se ubica un tablero secundario para operar las bombas y la iluminación de la misma. Se adjunta plano de detalle de la estación de bombeo en anexo.

IX.5.A – DISEÑO DE LAS REJAS

Conforme a la norma se adopta una reja tipo canasto de limpieza manual de acero inoxidable en forma de prisma con unas dimensiones en planta de 40 cm por 30 cm y una altura de 25 cm.

A su vez se incorpora una reja tipo compuerta previa a la reja canasto con el fin de que no se interrumpa la operación de retención de sólidos en el momento en que se efectúa la limpieza de la reja canasto, la misma tiene un tamaño de 40 cm de largo por 25 cm de alto.

Las rejillas están compuestas por planchuelas de acero de sección rectangular de 10 mm de espesor dejando una abertura de 50 mm cumpliendo con las siguientes condiciones:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 112 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- $e_{\max} = 0.75 \times dp = 82 \text{ mm}$ siendo dp el máximo valor admisible de partícula de la bomba igual 110 mm
- $e_{\min} = 20 \text{ mm}$

También se verificó que el área neta de la reja, es decir el pasaje, sea mayor a 4 veces el área de conducción, la cual está dada por la cañería de ingreso a la estación proveniente de la red local con un diámetro de 315 mm.

- Área neta de conducción:

$$4 * \pi * \frac{DI^2}{4} = \pi * 30,26 = 2876,65 \text{ cm}^2$$

- Área neta canasto:

$$2 * 40 * 25 + 2 * 30 * 25 - \left(2 * \frac{40}{5} + 2 * \frac{30}{5} \right) = 3472 \text{ cm}^2$$

IX.5.B – MEDICIÓN DE LOS CAUDALES

El dispositivo más utilizado y el que se propone en el caso presente es el aforador Parshall. Éste es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal. Consta de cuatro partes, la transición de entrada, sección convergente, garganta y sección divergente.

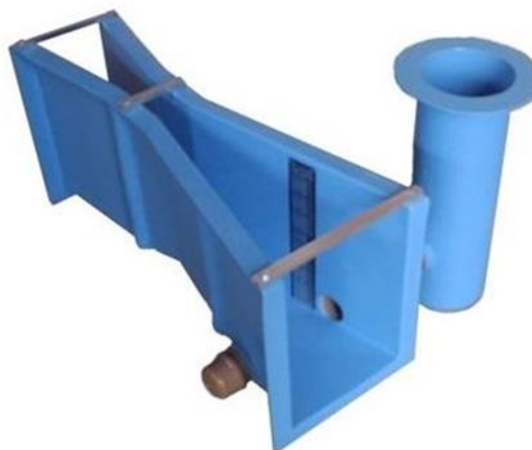


Figura 42 - Aforador Parshall. (Fuente: flowmaster.com.br).

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 113 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



IX.6 – CÁLCULO ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE BOMBEO

De acuerdo a las condiciones presentes en la obra, la estación de bombeo se calcula como un depósito enterrado. Para su diseño, es necesario tener en cuenta varios factores como ser la naturaleza del líquido que se almacena, el tipo de terreno de cimentación, tamaño del depósito, materiales a emplear, entre otros. Al ser el propósito del depósito almacenar líquido cloacal, al tratarse de un líquido agresivo, es necesario tener en cuenta los revestimientos y dosificaciones adecuadas para garantizar una buena durabilidad de la estructura.

Es fundamental realizar estudios del terreno de cimentación, los cuales sirven para saber el tipo y comportamiento del suelo presente y así evitar asentamientos diferenciales, por lo que se debe contar con estudios de suelo realizados en las zonas de emplazamiento de la obra como así de aquellas zonas aledañas a la misma. En caso de contar con la presencia de napa freática, el depósito se calcula de tal forma que se evite el efecto de flotación del mismo producido por la acción de empuje del agua.

Al ubicarse el caño de salida del líquido a una profundidad de 4,38 m y en función de las dimensiones previamente establecidas del depósito, se optó por el diseño de un depósito cilíndrico, ya que el comportamiento estructural del mismo es idóneo para las condiciones dadas, de las cuales, la más significativa es la profundidad de 8,55 m a la que se va a encontrar la estación de bombeo.

Los depósitos cilíndricos son de planta circular y espesor constante, para el cálculo se considera como un sólido de revolución cilindro sometido a presión hidrostática. En el dimensionado, se tiene en cuenta no sobrepasar la tensión de tracción " F_t " máxima admisible del Hormigón, ya que es sumamente necesario evitar la fisuración de este para asegurar una adecuada estanqueidad del depósito.

Acciones a considerar:

- Empuje hidrostático = $E_{líquido} + P_p$

$E_{líquido}$ = Empuje del líquido.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 114 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



P_p = Peso propio.



Figura 43 - Empuje hidrostático.

Para el dimensionado estructural se adoptan los siguientes parámetros:

- $f'_c [Mpa] = 30$
- $r [m] = 0,05$
- $\gamma_{\text{liquido}} \left[\frac{T}{m^3} \right] = 1.1$
- $DI [m] = 2.5$
- $H_{\text{liquido}} [m] = 2$
- $e [m] = 0,2$
- $D_m [m] = 2,7$
- $f_y \left[\frac{T}{cm^2} \right] = 4,2$
- $E_s [Mpa] = 200000 Mpa$
- $E_c [Mpa] = 4700 * \sqrt{f'_c} = 25742,96$
- $d [m] = e - r = 0,15$

Siendo:

f'_c = Resistencia característica a la compresión del hormigón.

r = Recubrimiento mecánico.

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 115 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



γ_{liquido} = Densidad del agua servida.

DI = Diámetro interno de la cámara.

H_{liquido} = Altura columna de agua.

e = Espesor de pared de la Estación de bombeo.

D_m = Diámetro medio.

f_y = Resistencia a tracción del acero.

E_s = Módulo de elasticidad del acero ADN 420.

E_c = Módulo de elasticidad del hormigón.

d = Altura útil.

IX.6.A – PREDIMENSIONADO ESPESOR DE PARED ESTACIÓN DE BOMBEO

Para dimensionar las armaduras que se ubicarán en las paredes de la cámara, se realiza en primer lugar el predimensionado del espesor de las paredes a partir del esfuerzo de tracción admisible del hormigón en las paredes del depósito.

Debido a la presión hidrostática, las paredes se encontrarán traccionadas. El esfuerzo de tracción en la pared del depósito está dado por la siguiente expresión:

$$T \left[\frac{T}{m} \right] = \frac{(\gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}} * D_m)}{2} = 2,97$$

$$T_u \left[\frac{T}{m} \right] = 1,6 * T = 4,75$$

La armadura necesaria a tracción A_s es igual a:

$$A_s \left[\frac{cm^2}{m} \right] = \frac{T}{\phi * f_y} = 1,26$$

Siendo:

ϕ = Factor de reducción de resistencia para estado límite de rotura por tracción igual a 0,9

El esfuerzo “ T ” es soportado tanto por el Hormigón como la armadura, por lo que se redimensiona para que el Hormigón no se fisure. El esfuerzo de tracción está dado por:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 116 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$T_u = f_s * A_s + f_t * A_c$$

$$f_t = \frac{F'c}{15} \quad y \quad E_c = 4700 * \sqrt{F'c}$$

Siendo:

- f_s = Tensión de tracción del acero.
- f_t = Tensión de tracción admisible del Hormigón para estado limite no fisurado.
- A_c = Área resistente de Hormigón.

De acuerdo a la ley de Hooke y compatibilidad de deformaciones entre el Hormigón y el acero:

$$f_s = \frac{E_c}{E_s} * f_t = n * f_t$$

Tomando una altura de pared unitaria:

$$T_u = f_t * n * A_s + f_t * e * 100$$

$$e[cm] = \frac{T - A_s * n * f_t}{100 * f_t} = 3$$

e mínimo = 20 (cm)

Al ser el espesor obtenido por cálculo menor al espesor mínimo admisible, se adopta un espesor de pared igual a 20 cm.

IX.6.B – CÁLCULO DE ARMADURA POR TRACCIÓN

Hipótesis: Depósito lleno sin empuje del suelo.

Para el cálculo de la armadura por tracción se utilizan los siguientes ábacos:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 117 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

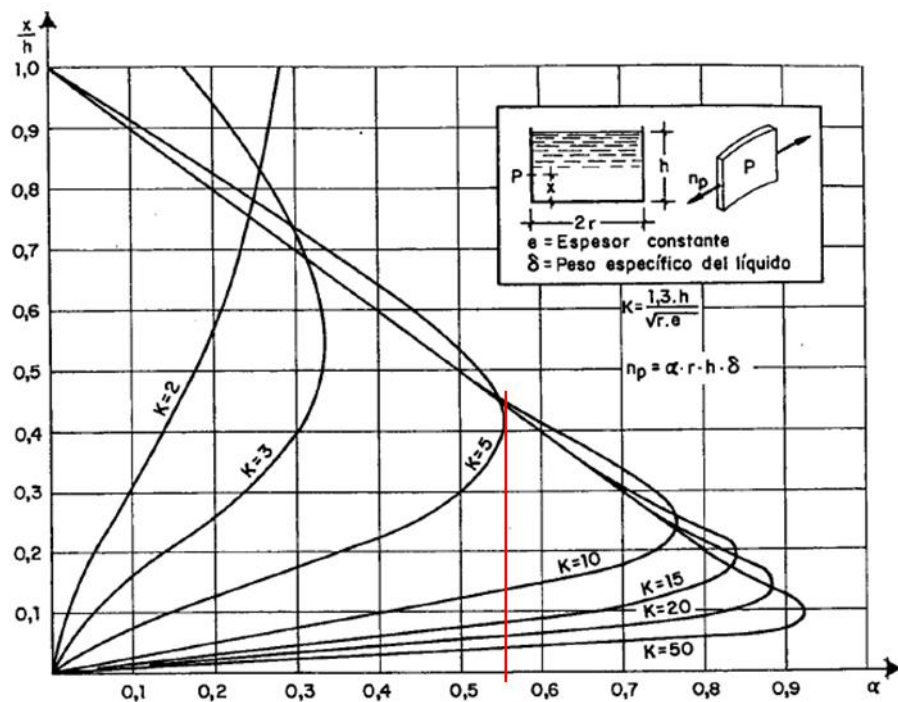


Figura 44 - Esfuerzo de tracción en depósitos cilíndricos empotrados en el fondo – (Fuente: Montoya Jiménez P., A. García Meseguer, F. Morán Cabré (2000): Hormigón Armado)

Para utilizar el ábaco se debe calcular el factor K

$$K = \frac{1,3 * H_m}{\sqrt{r_m * e}} = 5,25 \text{ se adopta } K = 5$$

- H_m = altura media del líquido.
- r_m = Radio medio.

Del ábaco se obtiene el coeficiente $\alpha = 0,55$

A su vez:

$$\alpha = \frac{n_p}{\gamma * r * h}$$

Despejando de la ecuación anterior:

$$n_p [T] = \gamma * r_m * H_m * \alpha = 1,72$$

Se calcula es esfuerzo a tracción último:

| | | |
|---|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 118 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



$$Nu [T] = 1,6 * np = 2,74$$

A partir de este esfuerzo se puede determinar la armadura necesaria para resistirlo:

$$As \left[\frac{cm^2}{m} \right] = \frac{Nu}{0,9 * f_y} = 0,73$$

Se debe verificar que sea mayor a la armadura mínima:

$$As_{min} \left[\frac{cm^2}{m} \right] = \rho * e * 100 = 0,0053 * e * 100 = 10,6$$

Siendo:

ρ = cuantía mínima.

Se adopta la armadura mínima al ser mayor que la necesaria por cálculo. Se dispone un anillo por cara.

$$As \text{ por cara } \left[\frac{cm^2}{m} \right] = 5,3$$

Se adoptan por lo tanto anillos conformados por barras de 8 mm de diámetro por cara, separados por una distancia de 10 cm. \rightarrow As por cara = 5,53 cm²/m.

IX.6.C – CÁLCULO DE ARMADURA POR FLEXIÓN

Al encontrarse las paredes del depósito empotradas con la losa de fondo, se generan esfuerzos debido a flexión que varían en la altura de la pared del depósito.

Como el Hormigón generalmente cuando trabaja a tracción se fisura, es necesario colocar armadura para absorber el esfuerzo de tracción producido por los momentos verticales.

De manera similar al cálculo del esfuerzo de tracción, se utilizan ábacos para determinar el valor de los esfuerzos debido al momento flector en la pared del depósito.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 119 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

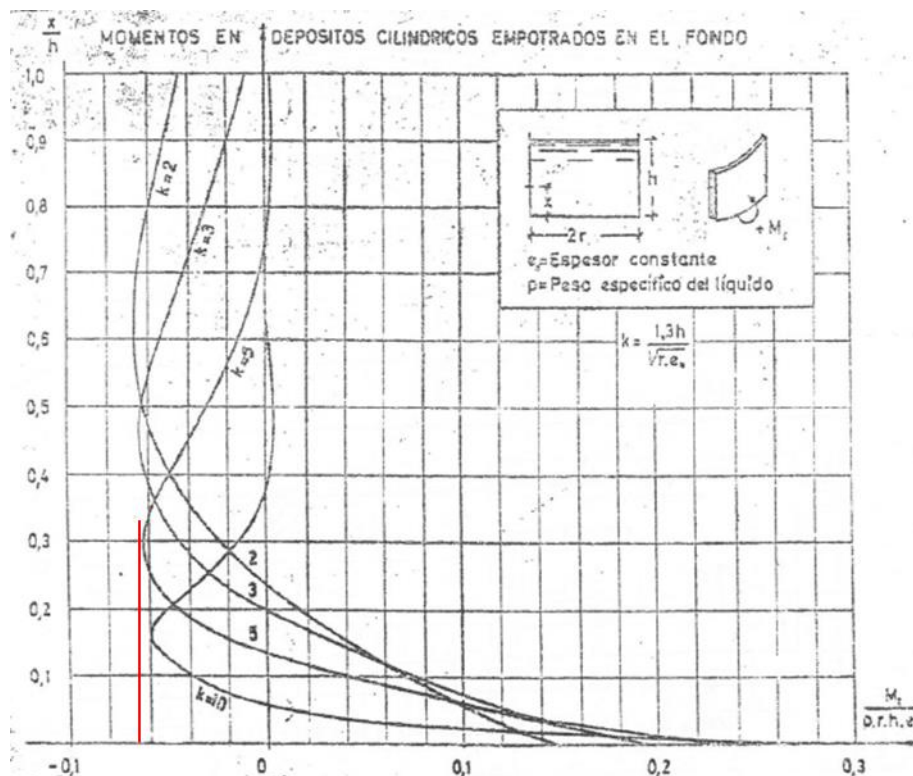


Figura 45 -- Momentos en depósitos cilíndricos empotrados en el fondo – (Fuente: Montoya Jiménez P., A. García Meseguer, F. Morán Cabré: Hormigón Armado)

Para utilizar el ábaco se debe calcular el factor K

$$K = \frac{1,3 * H_m}{\sqrt{r_m * e}} = 5,25 \text{ se adopta } K = 5$$

Del ábaco se obtiene el coeficiente α para el momento positivo y para el momento negativo:

$$\alpha_+ = 0,28$$

$$\alpha_- = 0,062$$

A su vez, en el ábaco se establece que:

$$\alpha = \frac{M_{\pm}}{\gamma * r_m * H_m * e}$$

Por lo tanto:

| | | |
|---|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 120 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



$$M_+[Tm] = 0,175$$

$$M_-[Tm] = 0,039$$

Se multiplica el valor de los momentos por el coeficiente de mayoración:

$$Mu_+[Tm] = 1,6 * M_+ = 0,28$$

$$Mu_-[Tm] = 1,6 * M_- = 0,062$$

A partir del reglamento CIRSOC 201-2005 se puede determinar las armaduras necesarias para resistir estos momentos.

Se calcula la tensión de compresión de bloque uniforme en el hormigón:

$$f^*c[Mpa] = 0,85 f'c = 25,5$$

Se calcula la cuantía mecánica mínima:

$$Ka_{min} = \frac{1,4}{f^*c} = 0,055$$

Para momento “positivo” en el tramo:

Cálculo de momento nominal:

$$Mn_+[Tm] = \frac{Mu_+}{\phi} = \frac{Mu_+}{0,9} = 0,19$$

Cálculo de momento nominal adimensional:

$$mn_+ = \frac{Mn_+}{f^*c * b * d^2} = 0,0034$$

Cálculo de la cuantía mecánica necesaria:

$$ka = 1 - \sqrt{1 - 2 * mn_+} = 0,0034$$

Al ser $ka < ka_{min}$ se adopta la cuantía mínima.

Determinación de la sección de armadura:

$$As_+ \left[\frac{cm^2}{m} \right] = \frac{ka * f^*c * b * d}{f_y} = 5,00$$

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 121 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Se proponen barras de 8 mm cada 10 cm en la cara exterior del tanque $\rightarrow A_s = 5,53 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Cálculo de longitud de anclaje:

Del Reglamento CIRSOC 201/2005 se calcula la longitud de anclaje necesaria:

$$l_d[\text{cm}] = \left(\frac{12 * f_y * \alpha * \beta * \lambda}{25 * \sqrt{f'_c}} \right) * d_b = 29,5$$

Siendo:

- l_d = longitud de anclaje.
- α = factor de ubicación de la armadura = 1,00
- β = factor por revestimiento = 1,00
- λ = factor por hormigón con agregado liviano = 1,00
- d_b = diámetro de la barra

Para momento “negativo” en la zona de empotramiento:

Cálculo de momento nominal:

$$Mn_{-}[Tm] = \frac{Mu_{-}}{0,9} = 0,07$$

Cálculo de momento nominal adimensional:

$$mn_{-} = \frac{Mn_{-}}{f^*c * b * d^2} = 0,0012$$

Cálculo de la cuantía mecánica necesaria:

$$ka = 1 - \sqrt{1 - 2 * mn_{+}} = 0,0012$$

Al ser $ka < ka_{min}$ se adopta la cuantía mínima.

Determinación de la sección de armadura:

$$As_{-} \left[\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right] = \frac{ka * f^*c * b * d}{F_y} = 5,00$$

Se proponen barras de 8 mm cada 10 cm en la cara interior del tanque. $\rightarrow A_s = 5,53 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Se calcula la longitud de anclaje necesaria:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 122 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$l_d[cm] = \left(\frac{12 * f_y * \alpha * \beta * \lambda}{25 * \sqrt{f'_c}} \right) * d_b = 29,45$$

IX.6.D – CÁLCULO LOSA DE FONDO

Para el cálculo de la losa de fondo, se la considera empotrada en las paredes del tanque y se aplica la simplificación de un círculo inscrito en un cuadrado. A partir de esta suposición se calculan las solicitaciones a las que está sujeta la misma, dada por el peso del hormigón, el de los equipos y el del líquido alojado en la cámara de bombeo. Para determinar los esfuerzos se aplicará el método elástico utilizando las tablas de Marcus.

Se propone una losa de un espesor de 40 cm con un recubrimiento de 5 cm.

Análisis de cargas:

- Peso total= Peso Hormigón + Peso Equipos + Peso Líquido.
- Peso Hormigón = $19,73 \text{ m}^3 * 2,4 \frac{T}{\text{m}^3} = 47,35 \text{ T}$
- Peso Equipos= 2 T
- Peso Fluido= 10 T
- Peso Total= $47,35 + 2 + 3 = 52,35 \text{ T}$
- Carga por $\text{m}^2 = \frac{52,35}{\pi * 1,45^2} = 8,99 \frac{T}{\text{m}^2}$
- Carga Última $q_u = 1,4 * 8,99 = 12,59 \frac{T}{\text{m}^2}$

Determinación de Esfuerzos:

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{2,9}{2,9} = 1$$

Al ser la relación de los lados < 2 , la losa se arma en 2 direcciones.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 123 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

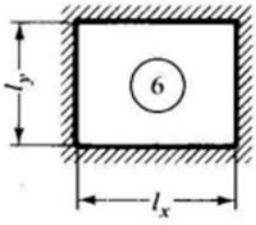
|  <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>Moments at center of plate:</p> $m_{x, \max} = +\alpha_6 p_0 l_x^2$ $m_{y, \max} = +\beta_6 p_0 l_y^2$ </div> <div> <p>Edge moments:</p> $M_x = -\frac{1}{12} \kappa_6 p_0 l_x^2$ $M_y = -\frac{1}{12} \rho_6 p_0 l_y^2$ <p>$p_0 = \text{constant}$</p> </div> </div> | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------|------------|----------|------------------------|------------|-----------|------------|----------|
| $\epsilon = l_y : l_x$ | α_6 | β_6 | κ_6 | ρ_6 | $\epsilon = l_y : l_x$ | α_6 | β_6 | κ_6 | ρ_6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0.60 | 0.004 36 | 0.033 62 | 0.1147 | 0.8853 | 1.00 | 0.017 94 | 0.017 94 | 0.5000 | 0.5000 |
| 62 | 004 86 | 032 95 | 1287 | 8713 | 02 | 018 65 | 017 23 | 5198 | 4802 |
| 64 | 005 40 | 032 20 | 1437 | 8563 | 04 | 019 35 | 016 54 | 5391 | 4609 |
| 66 | 005 97 | 031 46 | 1595 | 8405 | 06 | 020 04 | 015 88 | 5580 | 4420 |
| 68 | 006 56 | 030 69 | 1761 | 8239 | 08 | 020 72 | 015 23 | 5764 | 4236 |
| 0.70 | 0.007 18 | 0.029 91 | 0.1936 | 0.8064 | 1.10 | 0.021 38 | 0.014 60 | 0.5942 | 0.4058 |
| 72 | 007 82 | 029 11 | 2118 | 7882 | 12 | 022 03 | 014 00 | 6114 | 3886 |
| 74 | 008 49 | 028 30 | 2307 | 7693 | 14 | 022 66 | 013 41 | 6281 | 3719 |
| 76 | 009 17 | 027 48 | 2502 | 7498 | 16 | 023 27 | 012 85 | 6442 | 3558 |
| 78 | 009 87 | 026 66 | 2702 | 7298 | 18 | 023 87 | 012 31 | 6597 | 3403 |
| 0.80 | 0.010 58 | 0.025 83 | 0.2906 | 0.7094 | 1.20 | 0.024 45 | 0.011 79 | 0.6746 | 0.3254 |
| 82 | 011 30 | 025 00 | 3113 | 6887 | 24 | 025 56 | 010 81 | 7028 | 2972 |
| 84 | 012 04 | 024 18 | 3324 | 6676 | 28 | 026 61 | 009 91 | 7286 | 2714 |
| 86 | 012 78 | 023 36 | 3536 | 6464 | 32 | 027 58 | 009 09 | 7522 | 2478 |
| 88 | 013 52 | 022 54 | 3749 | 6251 | 36 | 028 49 | 008 33 | 7738 | 2262 |
| 0.90 | 0.014 26 | 0.021 74 | 0.3962 | 0.6038 | 1.40 | 0.029 34 | 0.007 64 | 0.7935 | 0.2065 |
| 92 | 015 01 | 020 95 | 4174 | 5826 | 44 | 030 13 | 007 01 | 8113 | 1887 |
| 94 | 015 75 | 020 17 | 4384 | 5616 | 48 | 030 86 | 006 43 | 8275 | 1725 |
| 96 | 016 49 | 019 41 | 4593 | 5407 | 54 | 031 86 | 005 66 | 8490 | 1510 |
| 98 | 017 22 | 018 67 | 4798 | 5202 | 62 | 033 02 | 004 79 | 8732 | 1268 |

Figura 46 - Tabla de Marcus; Losa empotrada en todas sus direcciones. (Disponible en: https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci_32_2._10_tabla_4_coeficientes_del_meto_do_de_marcus.pdf)

De la tabla se obtienen los siguientes parámetros:

$$\alpha = \beta = 0,01794$$

$$\kappa = \rho = 0,50$$

El valor del momento al centro de la placa y los apoyos son:

$$Mu_{\text{centro}} [Tm] = 0,01794 * 12,59 * 2,9^2 = 1,9$$

$$Mu_{\text{apoyos}} [Tm] = \frac{1}{12} * 0,50 * 12,59 * 2,9^2 = 4,41$$

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 124 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



El valor del corte último en el apoyo está dado por:

$$V_u [T] = \frac{q_u * l_{xy}}{2} = \frac{12,59 * 2,9}{2} = 18,25$$

Determinación de Armaduras a Flexión

Se calcula la tensión de compresión de bloque uniforme en el hormigón:

$$f^*c [Mpa] = 0,85 * 30 = 25,5$$

Se calcula la cuantía mecánica mínima:

$$ka_{min} = \frac{1,4}{25,5} = 0,055$$

Para momento en el tramo central:

Se calcula el momento nominal:

$$M_n [Tm] = \frac{Mu}{\phi} = \frac{1,9}{0,9} = 2,11$$

Se calcula el momento nominal adimensional:

$$mn = \frac{M_{n+}}{f^*c * b * d^2} = 0,007$$

Se calcula la cuantía mecánica necesaria:

$$ka = 1 - \sqrt{1 - 2 * mn_+} = 0,007$$

Como $ka < ka_{min}$ se adopta la cuantía mínima.

$$A_s \left[\frac{cm^2}{m} \right] = \frac{ka * f^*c * b * d}{f_y} = 11,67$$

Se proponen barras de diámetro 12 mm cada 10 cm $\rightarrow A_s = 12,44 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Con la armadura propuesta se verifica la separación máxima:

$$\begin{aligned} S_{max} &\leq 2,5 h \\ &\leq 25 d_b \\ &\leq 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 125 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$S_{m\acute{a}x} [cm] = 2,5 * 35 = 87,5$$

Para momento en el apoyo:

Se calcula el momento nominal:

$$Mn [Tm] = \frac{Mu}{\phi} = 4,9$$

Se calcula el momento nominal adimensional:

$$mn = \frac{Mn_+}{f^*c * b * d^2} = 0,016$$

Se calcula la cuantía necesaria:

$$ka = 1 - \sqrt{1 - 2 * mn_+} = 0,016$$

$ka < ka_{min}$ por lo tanto se adopta la cuantía mínima.

$$As \left[\frac{cm^2}{m} \right] = \frac{ka * f^*c * b * d}{F_y} = 11,67 m$$

Se proponen barras de diámetro 12 mm cada 10 cm $\rightarrow As = 12,44 cm^2/m$.

Se calcula la longitud de anclaje

$$l_d [cm] = \left(\frac{12 * f_y * \alpha * \beta * \lambda}{25 * \sqrt{f^*c}} \right) * d_b = 44,5$$

Verificación al corte

$$Vu [T] = 18,25$$

Se calcula el corte nominal:

$$Vn [T] = \frac{Vu}{\phi} = \frac{18,25}{0,75} = 24,33$$

Se calcula la resistencia a corte del hormigón:

$$Vc [T] = \frac{1}{6} * \sqrt{f^*c} * b * d = 31,95$$

$Vc > Vn \rightarrow$ La losa verifica al corte.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 126 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



X. – TRATAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS CLOACALES

X.1 – CARACTERÍSTICAS DE LOS LÍQUIDOS RESIDUALES DOMÉSTICOS

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. A continuación, se enlistan los principales componentes de estas aguas con sus respectivos orígenes (Metcalf & Eddy, inc., 1995):

- **Temperatura:** Tanto en aguas residuales domésticas como industriales.
- **Color:** A causa de la degradación natural de la materia orgánica.
- **Olor:** Por descomposición del agua residual o presencia de líquidos industriales.
- **Contenido de sólidos:** Provenientes del agua de suministro, aguas residuales domésticas, erosión del suelo, infiltración.
- **Constituyentes Químicos:**

1. Orgánicos:

- a. **Carbohidratos:** Provenientes de residuos domésticos, industriales y comerciales.
- b. **Grasas animales y aceites:** Provenientes de residuos domésticos, industriales y comerciales.
- c. **Pesticidas:** Provenientes de residuos agrícolas
- d. **Fenoles:** Provenientes de residuos industriales
- e. **Proteínas:** Provenientes de residuos domésticos, industriales y comerciales.
- f. **Contaminantes prioritarios:** Provenientes de residuos domésticos, industriales y comerciales.
- g. **Agentes tensoactivos:** Provenientes de residuos domésticos, industriales y comerciales.
- h. **Compuestos orgánicos volátiles:** Provenientes de residuos domésticos, industriales y comerciales.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 127 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



2. Inorgánicos:

- a. **Alcalinidad:** Debido a aguas residuales domésticas, agua de suministro e infiltraciones.
- b. **Cloruros:** Debido a aguas residuales domésticas, agua de suministro e infiltraciones.
- c. **Metales pesados:** Vertidos industriales
- d. **Nitrógeno:** Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas.
- e. **PH:** Residuos domésticos, industriales y comerciales.
- f. **Fósforo:** Residuos domésticos, industriales y comerciales.
- g. **Contaminantes prioritarios:** Residuos domésticos, industriales y comerciales.
- h. **Azufre:** Residuos domésticos, industriales y comerciales.

3. Gases:

- a. **Sulfuro de hidrógeno:** Descomposición de residuos domésticos.
- b. **Metano:** Descomposición de residuos domésticos.
- c. **Oxígeno:** Agua de suministro e infiltraciones.

○ Constituyentes biológicos

1. **Animales:** Cursos de agua y plantas de tratamientos.

2. **Plantas:** Cursos de agua y plantas de tratamientos

3. Protistas

- a. **Eubacterias:** Aguas residuales domésticas y plantas de tratamientos.
- b. **Arqueobacterias:** Aguas residuales domésticas y plantas de tratamientos.

4. **Virus:** Aguas residuales domésticas

Por otro lado, existen normas que regulan los tratamientos que deben realizarse sobre estos líquidos cloacales y están enfocados en ciertos contaminantes de interés, variando las exigencias en función del uso futuro que tendrá el agua tratada. Estos compuestos son:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 128 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- **Sólidos en suspensión:** Pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fangos y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.
- **Materia orgánica biodegradable:** Compuesta principalmente por carbohidratos, proteínas y grasas, se mide en función de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), si se descargan sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.
- **Patógenos:** Pueden transmitirse enfermedades contagiosas a través de organismos patógenos presentes en el agua residual.
- **Nutrientes:** Cuando se vierten al entorno acuático pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada, también pueden provocar la contaminación de aguas subterráneas.
- **Contaminantes prioritarios:** Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad sospechada.
- **Materia orgánica refractaria:** Ejemplos típicos son los agentes tenso activos, los fenoles y los pesticidas agrícolas. Tiende a resistirse a los tratamientos convencionales.
- **Metales pesados:** Son añadidos al agua residual en el curso de actividades comerciales e industriales y puede ser necesario eliminarlos en función del uso que se le dé al agua residual tratada.
- **Sólidos inorgánicos disueltos:** Algunos ejemplos son el Calcio, Sodio y Sulfatos. Se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua y puede ser necesario eliminarlos en función del uso que se le dé al agua residual tratada.

De acuerdo al ENOHSa, se deben considerar y evaluar, como mínimo, los siguientes factores en el momento de seleccionar el tipo de tratamiento:

- Nivel de servicio
- Naturaleza de los efluentes
- Grado de tratamiento requerido
- Facilidades de aplicación

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 129 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- Costos
- Evolución

Se debe determinar en efluentes de lagunas de estabilización la DBO₅ total y soluble en todos los casos.

Para el caso de utilización de líquidos tratados para riego, es necesario determinar el NMP (Número Más Probable) de bacterias en 100 ml y la presencia de huevos de parásitos, en el efluente de la planta.

Los tratamientos que se le aplican a los líquidos cloacales en el caso presente son:

- Pretratamiento: Desbaste.
- Tratamiento Primario: Laguna de estabilización facultativa.
- Tratamiento Secundario: Laguna de maduración.

Los motivos por los cuales se eligen esos métodos son:

1. En primera instancia, la simpleza de los métodos, lo cual hace que se requiera de poco mantenimiento para el correcto funcionamiento del tratamiento de los líquidos, obteniendo resultado satisfactorio.
2. En segunda medida, la economía, dada por los costos constructivos como costos de mantenimiento. Utilizando esta metodología, se requiere de también poco personal para mantener las lagunas en condiciones óptimas para su correcto funcionamiento.
3. Por último, al tratarse de una localidad de pocos habitantes, se entiende que es correcto promover este tipo de tratamientos no tan complejos, que son durables en el tiempo y a su vez flexibles en cuanto a la variabilidad que se puedan presentar en los caudales, sin que se presenten inconvenientes que provocan la detención del tratamiento.

Las dimensiones de la laguna y la cantidad de lagunas presentes se determinan en función de la eficiencia en reducción de coliformes fecales y DBO₅. Según de los requerimientos exigidos por los decretos nacionales en cantidad de coliformes totales y DBO₅, a partir del destino del agua tratada, se determina la eficiencia que deben lograr la o las lagunas.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 130 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Para el proyecto, al agua tratada se optó por darle un destino final como agua de reúso ya que la localidad se encuentra en una zona agrícola, por lo tanto, sería sumamente beneficioso lograr el aprovechamiento y ahorro de estos grandes volúmenes de agua, los cuales serían utilizados principalmente para el riego de cultivos.

De acuerdo al Anexo Único 847-16 (REGLAMENTACIÓN DE ESTÁNDARES Y NORMAS SOBRE VERTIDOS PARA LA PRESERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PROVINCIAL) de la Provincia de Córdoba, los requerimientos para el reúso del agua tratada, son los siguientes:

Anexo I.6: “Estándares de calidad para vertido de los efluentes líquidos”. “Efluentes líquidos para reúso”:

1. Estándares Físicos:

Tabla 9 - Estándares Físicos

| Estándar | Unidades | Valor máximo permitido |
|---------------------|--------------------|------------------------|
| Temperatura | °C | ≤ 40 |
| Ph | UpH | $\leq 6,5$ a 8 |
| Conductividad | $\mu\text{mho/cm}$ | ≤ 1000 |
| Sólidos disueltos | mg/L | ≤ 500 |
| Sólidos suspendidos | mg/L | ≤ 50 |
| RAS | | ≤ 3 |

2. Estándares biológicos y orgánicos:

Tabla 10 - Estándares biológicos y orgánicos

| Estándar | Unidades | Valor máximo permitido | |
|----------------------------|--|------------------------|----------------|
| | | Tipo 1-3-6 | Tipo 2-4-5-7-8 |
| DBO ₅ | mg/L | 30 | ≤ 30 |
| Nematodos intestinales | media aritmética de n° de huevos por litro | < 1 | ≤ 1 |
| Coliformes termotolerables | NMP/100mL | < 200 | ≤ 1000 |

A continuación se muestra la clasificación de los efluentes según el tipo de reúso de efluentes líquidos.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 131 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Reúso urbano (Tipo 1): Riego de todo tipo de zonas verdes (campos de golf, parques, cementerios, etc.), lavado de automóviles, inodoros, combate de incendios, y otros usos con similar acceso o exposición al agua. Personas expuestas: Público en general y trabajadores.
- Reúso para riego con acceso restringido (Tipo 2): Cultivo de césped, silvicultura y otras áreas donde el acceso del público es prohibido, restringido o poco frecuente. Personas expuestas: Trabajadores.
- Reúso agrícola en cultivos de alimentos que no se procesan comercialmente (Tipo 3): Riego de cualquier cultivo comestible, incluyendo aquellos que se consumen crudos. Personas expuestas: Público en general y trabajadores
- Reúso agrícola en cultivos de alimentos que se procesan comercialmente (Tipo 4): Estos cultivos son aquellos que, previo a la venta al público, han recibido el procesamiento físico o químico necesario para la destrucción de los organismos patógenos que pudieran contener. Personas expuestas: Público general y trabajadores.
- Reúso agrícola en cultivos no alimenticios (Tipo 5): Riego de pastos para ganado lechero, forrajes, cultivos de fibras y semillas y otros cultivos no alimenticios. Personas expuestas: Trabajadores.
- Reúso recreativo (Tipo 6): Contacto incidental (pesca, canotaje, etc.), y contacto primario con aguas regeneradas. Personas expuestas: Público en general y trabajadores.
- Reúso paisajístico (Tipo 7): Aprovechamientos estéticos donde el contacto con el público no es permitido, y dicha prohibición esté claramente rotulada. Personas expuestas: Trabajadores.
- Reúso en la construcción (Tipo 8): Compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales, producción de concreto. Personas expuestas; Trabajadores

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 132 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



X.2 – OPERACIONES FÍSICAS

X.2.A – REJAS

Todas las plantas de tratamiento cuentan con un sistema de rejas metálicas, intercaladas en el flujo afluente, destinadas a interceptar los sólidos gruesos arrastrados por el sistema colector, para evitar que dañen a electrobombas u otros equipos mecánicos o que interfieran con el funcionamiento de las unidades de tratamiento.

Las rejas son metálicas, constituidas por un conjunto de barrotes de sección preferentemente rectangular, con el lado mayor paralelo a las líneas de corriente, separados por una distancia uniforme.

Se propone una única etapa de rejas, siendo estas finas (con aberturas de 10 a 25 mm), debido a que se cuenta con una estación de bombeo previa a la planta de tratamiento. En la misma estación se coloca una etapa de rejas gruesas que frenen el paso de aquellos sólidos que pueden dañar los equipos de bombeo o causar obstrucciones en las cañerías.

Las rejas son, en ambas etapas, de limpieza manual. Preferentemente, el sistema se construirá al aire libre. Cuando esto no sea posible, deberá preverse una eficiente ventilación e iluminación y un cómodo acceso.

X.3 – OPERACIONES BIOLÓGICAS

X.3.A – LAGUNA FACULTATIVA

Las lagunas de estabilización son estanques naturales o artificiales de pequeña profundidad, definidos por diques de tierra. Son empleadas para el tratamiento biológico de los desechos cloacales basado en la autodepuración por procesos naturales.

Las lagunas de estabilización facultativas son aquellas en donde ocurren simultáneamente procesos aeróbicos (presencia de oxígeno) y procesos anaeróbicos (sin presencia de oxígeno). La concentración de oxígeno disminuye desde la superficie (aerobia) hacia el fondo

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 133 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



(anaerobio). Las algas, que se generan en la superficie, producen por fotosíntesis el oxígeno requerido para la descomposición de los organismos.

Para el diseño de las lagunas y dispositivos auxiliares, las normas del ENOHSa establecen los siguientes parámetros básicos:

- **Caudales a tratar:** Caudal medio diario $Q_{C(30)}$, es el que se utilizara para el diseño hidráulico de la laguna.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):** Determinada a través de ensayos de laboratorio realizados sobre muestras del líquido a tratar. En caso de no contar con esa información, se adoptará una carga orgánica unitaria que puede variar entre 40 y 55 g de DBO₅/día*habitante, donde se incluyen industrias con reducidas cargas poluentes.
- **Concentración bacteriológica (índice colimétrico):** En caso de no contar con datos, se adoptará para los coliformes fecales del líquido afluente, el mayor valor que resulte de considerar:
$$\frac{10^{12} \text{ coliformes fecales}}{d * \text{hab.}} \quad \text{ó} \quad \frac{1,5 * 10^7 \text{ NMP}}{100 \text{ mL}}$$
- Temperatura media del líquido en el mes más frío del año: este valor se determina en función de la temperatura del aire.
- Evaporación y precipitación pluvial.
- Información sobre vientos, que influyen en la temperatura de la laguna y en la estratificación termal.
- Características geológicas y de infiltración del suelo.

Condiciones generales a cumplir en el diseño definitivo según el ENOHSa:

- Las lagunas de estabilización deben ubicarse alejadas de los núcleos urbanos. La distancia mínima al núcleo urbano más cercano será de 1000 m.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 134 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- La dirección de los vientos predominantes en el lugar de ubicación debe coincidir con el sentido del flujo en la laguna, preferentemente desde la salida hacia el ingreso. Estos vientos deben alejar posibles olores desagradables de los centros poblados.
- La configuración en planta de las lagunas deberá respetar una relación longitud-ancho entre 3 y 6, con profundidades que vayan desde 1,50 m hasta 2,20 m (en caso de lagunas facultativas). El diseño deberá tratar de compensar los volúmenes de excavaciones y terraplenes.
- Los diques de tierra que delimiten la laguna deberán tener una altura libre mínima (revancha) de 0,50 m entre el coronamiento y el nivel líquido de diseño. A su vez deberán cumplir con los requerimientos mecánicos que garanticen su sostenimiento.
- El sistema de ingreso a las lagunas estará formado por una descarga a través de conductos sumergidos en la masa líquida. El flujo en la descarga deberá ser dirigido hacia el fondo de la laguna.
- El sistema de salida deberá ser diseñado para que no se formen zonas muertas en la laguna. La solución es que la entrada y la salida se encuentren sobre el mismo eje longitudinal. Cada salida se materializa en una cámara.
- Las cámaras colectoras de las lagunas deben ser de planta cuadrada o rectangular e ingreso en los cuatro lados, mediante vertederos con caída libre. A su vez, contarán con una pantalla alrededor que evite el ingreso de flotantes o algas.
- Se deberá contar con medidores de caudales afluentes y efluentes del sistema.
- Se deberá prever instalaciones que eviten el acceso de animales o personas ajenas al sistema de lagunas.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 135 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 47 - Lagunas facultativas en paralelo (Fuente: Aguasdelnortesalta.com)

X.3.B – DIMENSIONAMIENTO DE LAGUNA FACULTATIVA

Para el cálculo de volumen de la laguna facultativa, se utilizó el modelo de HERMANN y GLOYNA, detallado en el ENOHSa. Este modelo está basado en el tiempo de reacción y su dependencia en la temperatura de la laguna. Se calcula el volumen de la laguna considerando una eficiencia en reducción de DBO del 90%.

El volumen de líquido de laguna está dado por:

$$V[m^3] = 0,035 * Q_a * S_a * \theta^{(35-T)}$$

Siendo:

- Q_a = flujo o caudal del afluente en m³/día = Q_c
- S_a = Concentración del desecho del afluente (en mg/l de la DBO última para líquido crudo o concentrado y DBO₅ para los diluidos).
- $\theta = 1.085$ = coeficiente de dependencia de la temperatura
- T = temperatura media del líquido en la laguna, correspondiente al mes más frío del año.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 136 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



La eficiencia de la laguna facultativa en la reducción de DBO_5 y en la eliminación de coliformes fecales, se calculan según modelos propuestos por el ENOHSa:

○ **Modelo de HERMANN y GLOYINA (Eficiencia en reducción de DBO_5)**

El valor de DBO_5 inicial en el fluido, propuesto por el ENOHSa, es de 55 (g/día. Habitante). Esto es equivalente a 275 (mg/L), unidad con la que se trabajará en este modelo.

Este método garantiza una eficiencia en reducción de DBO_5 del 90% de su valor inicial.

Por lo tanto, la DBO_5 final será:

$$DBO5_f = DBO5_o - 0,9 * DBO5_o$$

○ **Modelo de THIRIMURTHI (Eficiencia en reducción de coliformes fecales)**

Los valores datos para este método son: El tiempo de retención hidráulico (t), el volumen de la laguna facultativa (V), relación Largo/Ancho mínima (X), Longitud (L) de la laguna, Ancho (B) de la laguna, Profundidad (Z), Temperatura promedio del líquido (T), Caudal afluente (Q).

Cálculos a realizar:

○ Área:

$$A = \frac{V}{Z}$$

○ Área adoptada:

$$A_{adop} = L * B$$

○ Coliformes fecales influentes iniciales:

$$N_o = 500.000.000 \text{ NMP/100 ml (Número Más Probable cada 100 mililitros)}$$

○ Relación Largo/Ancho adoptada:

$$X_{adop} = \frac{L}{B}$$

○ Factor de dispersión adimensional:

$$d = \frac{X_{adop}}{-0,26118 + 0,25392 * X_{adop} + 1,0136 * X_{adop}^2}$$

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 137 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- Coeficiente de decaimiento bacteriano:

$$K_b = 0,841 * 1,075^{(T-20)}$$

- Constante adimensional:

$$a = \sqrt{1 + 4 * (K_b * t * d)}$$

- Coliformes fecales efluentes finales:

$$N_f = \frac{4 * a * e^{\frac{1-a}{2*d}}}{(1 + a)^2} * N_0$$

- Eficiencia del método:

$$Ef = 1 - \frac{N_f}{N_0}$$

A continuación se muestra una tabla con los resultados obtenidos.

Tabla 11 - Datos para laguna facultativa

| Datos | | |
|-------|-------|---------------------|
| Qa | 779,4 | m ³ /día |
| Sa | 275 | mg/l |
| T | 12 | °C |
| θ | 1,085 | |

El volumen de líquido de la laguna es:

$$V[m^3] = 0,035 * 779,4 * 275 * 1,085^{(35-12)} = 48982,97$$

Una vez determinado el volumen, la recomendación del ENOHSA es que la relación de lados de la laguna sea de 3 a 6 y la profundidad se encuentre entre 1,50 m y 2,20 m. Por lo tanto, las dimensiones de la laguna serán:

- Ancho: 100 m
- Largo: 300 m
- Profundidad: 1,7 m
- Volumen: 51000 m³

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 138 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Cálculo eficiencia laguna facultativa:

Tabla 12 - Modelo HERMANN y GLOYNA (DBO₅) en laguna facultativa

| Modelo de HERMANN y GLOYNA (eficiencia en reducción de DBO ₅) | | |
|--|--------|------|
| Laguna Facultativa | | |
| Según el modelo HERMANN Y GLOYNA la eficiencia en reducción de DBO ₅ es del 90% | | |
| Concentración DBO ₅ influente (DBO ₅₀) | 275,00 | mg/L |
| Eficiencia (Ef) | 90% | - |
| Concentración DBO ₅ efluente (DBO _{5f}) | 27,50 | mg/L |

Tabla 13 - Modelo THIRIMURTHI (Coliformes fecales) en laguna facultativa

| Modelo de THIRIMURTHI (eficiencia en reducción de coliformes fecales) | | | |
|---|-------------------|-------------|-------------------|
| Laguna Facultativa | | | |
| Tiempo de retención Hidráulico (V/Q _a) | t | 63 | días |
| Volumen de laguna | V | 48982,97 | m ³ |
| Profundidad | Z | 1,70 | m |
| Área | A | 28813,51 | m ² |
| Relación Largo/Ancho mínima | X | 3,00 | - |
| Longitud | L | 300 | m |
| Ancho | B | 100 | m |
| Área adoptada | A _{adop} | 30000 | m ² |
| Caudal afluente | Q | 779,4 | m ³ /d |
| Temperatura promedio | T | 12 | °C |
| Coliformes fecales influentes | N ₀ | 500.000.000 | NMP/100 ml |
| Relación L/A adoptada | X _{adop} | 3 | - |
| Factor de dispersión | d | 0,31 | - |
| Coefficiente de decaimiento bacteriano | K _b | 0,47 | 1/día |
| Constante adimensional | a | 6,16 | - |
| Coliformes fecales efluentes | N _f | 61.099,44 | NMP/100 ml |
| Eficiencia | Ef | 99,99% | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 139 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

Una vez realizado método de Hermann y Gloyina (eficiencia en reducción de DBO_5) el cual garantiza un 90% de eficiencia, se debe ajustar las dimensiones de la laguna a éste método. Es por esto que el volumen que debe tener la laguna está en función de la DBO_5 inicial en mg/L.

Lo siguiente es determinar el tiempo de retención hidráulico como la relación entre el caudal de ingreso a la laguna y el volumen de esta. Esto representa el tiempo que debe tardar una molécula del líquido en atravesar la laguna de extremo a extremo para garantizar la eficiencia del método.

Para determinar cuál es la eficiencia en reducción de coliformes fecales, por el método de Thirimurthi, lo siguiente es definir cuál es la profundidad de la laguna, esto permite conocer cuál es el área superficial que debe tener la laguna y en función de la relación X (Largo/ancho) recomendada por el ENOHSa se definen tanto la longitud como el ancho de la misma.

Una vez definida la geometría, resta calcular los coeficientes y factores que el método precisa para determinar la eficiencia del mismo en reducción de coliformes fecales.

La longitud propuesta para esta laguna es de 300 metros y el ancho de 100 metros. Debido a que la excavación no es a talud vertical, sino con un talud 2:1, estas medidas se acotan a la mitad de los taludes.

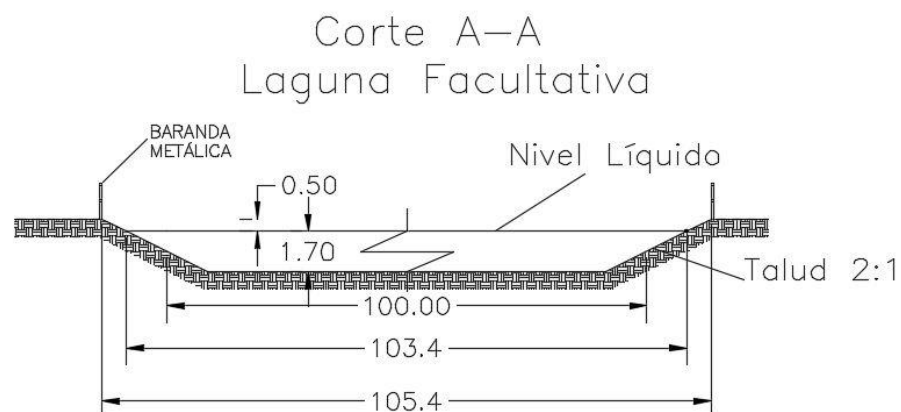


Figura 48 - Sección transversal Laguna Facultativa

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 140 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



X.3.C – LAGUNA DE MADURACIÓN

Tiene la finalidad de reducir el número de gérmenes patógenos, particularmente coliformes y huevos de parásitos, del líquido efluente del sistema de tratamiento. Cuando se la proyecta como etapa final de lagunas en serie contribuyen a disminuir la población de algas, aumentar la sedimentación del material suspendido, oxidar mayor número de compuestos orgánicos y mejorar notablemente la calidad bacteriológica del efluente.

El ENOHSa establece las siguientes consideraciones para lagunas de maduración:

- El tiempo de detención mínimo, $t = V/Q_{C30}$, deberá ser de 2 días en cada laguna.
- La profundidad de la laguna de maduración será mayor a 0,60 m y menor a 1,50 m.
- El área de cada laguna será igual o menor a 2 ha.
- La eficiencia en reducción de los coliformes fecales se determinará aplicando el modelo de flujo disperso de THIRIMURTHI en cada laguna de la serie, siendo N_0 = concentración de coliformes fecales afluente a una laguna y efluente de la anterior de la serie.
- La determinación de la eficiencia de reducción bacteriana se realizará en todas las lagunas de la serie.
- El número de lagunas de la serie se calculará de forma tal de tener en el efluente de la última laguna el valor de N (NMP/100 ml de coliformes fecales), requerido en el proyecto de acuerdo con las características del cuerpo receptor.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 141 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Figura 49 - Laguna de maduración con muros internos (Fuente: Issuu.com)

X.3.D – DIMENSIONAMIENTO LAGUNA DE MADURACIÓN

Según los requisitos anteriores dispuestos en el Anexo Único, se debe iterar las dimensiones de la laguna para así aumentar la eficiencia en el tratamiento que la misma provee.

Los cálculos en reducción de DBO_5 y coliformes fecales en la laguna de maduración son los siguientes:

1. Modelo de MARAIS y SHAW (eficiencia en reducción de DBO_5).

Datos iniciales: Tiempo de retención hidráulico (t), Volumen de la laguna (V), Profundidad (Z), Relación Largo/Ancho (X), Longitud (L), Ancho (B), Caudal afluente (Q_{C30}), Temperatura promedio del líquido (T).

El valor a iterar, es el tiempo de retención hidráulico, es decir el tiempo en el que una partícula del fluido tarda en recorrer toda la longitud de la laguna. A partir de ese valor, se determina el volumen que la laguna deberá tener.

- Volumen de la laguna:

$$V = Q_{C30} * t$$

- Área:

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 142 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



$$A = \frac{V}{Z}$$

- Área adoptada:

$$A_{adop} = L * B$$

- Relación Largo/Ancho adoptada:

$$X_{adop} = \frac{L}{B}$$

- Concentración de DBO₅ influente:

$$DBO5_i = \text{DBO5 final en Laguna facultativa}$$

- Constante de decaimiento (1/día) a 20°C

$$Kf_{20} = 1,2 \text{ (Según Modelo)}$$

- Constante de decaimiento en función de la temperatura de la laguna:

$$Kf = \frac{Kf_{20}}{1,085^{(35 - T)}}$$

- Concentración de DBO₅ efluente:

$$DBO5_f = \frac{DBO5_i}{(Kf * t) + 1}$$

- Eficiencia del Modelo:

$$Ef = 1 - \frac{DBO5_f}{DBO5_i}$$

- Eficiencia de las dos lagunas:

$$Eftotal = 1 - \frac{DBO5_f}{DBO5_o}$$

2. Modelo THIRIMURTHI (Eficiencia en reducción de coliformes fecales)

Los valores datos para este método son: El tiempo de retención hidráulico (t), el volumen de la laguna facultativa (V), relación Largo/Ancho mínima (X), Longitud (L) de la laguna, Ancho

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 143 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



(B) de la laguna, Profundidad (Z), Temperatura promedio del líquido (T), Caudal afluente (Q_{C30}).

Cálculos a realizar:

- Área:

$$A = \frac{V}{Z}$$

- Área adoptada:

$$A_{adop} = L * B$$

- Coliformes fecales influentes iniciales (N_0):

N_0 en NMP/100 ml con $N_0 = N_f$ del tratamiento facultativo.

- Relación Largo/Ancho adoptada:

$$X_{adop} = \frac{L}{B}$$

- Factor de dispersión adimensional:

$$d = \frac{X_{adop}}{-0,26118 + 0,25392 * X_{adop} + 1,0136 * X_{adop}^2}$$

- Coeficiente de decaimiento bacteriano:

$$K_b = 0,841 * 1,075^{(T-20)}$$

- Constante adimensional:

$$a = \sqrt{1 + 4 * (K_b * t * d)}$$

- Coliformes fecales efluentes finales:

$$N_f = \frac{4 * a * e^{\frac{1-a}{2*d}}}{(1+a)^2} * N_0$$

- Eficiencia del método:

$$Ef = 1 - \frac{N_f}{N_0}$$

| | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 144 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



- Eficiencia de las dos lagunas:

$$E_{f\text{total}} = 1 - \frac{N_f}{N_0}$$

Estableciendo un tiempo de retención hidráulica (t) de 15 días se tiene:

Tabla 14 - Datos para laguna de maduración

| Datos | | |
|-------|-------|---------------------|
| Qa | 779,4 | m ³ /día |
| t | 15 | días |

Se calcula el volumen de la laguna:

$$V[m^3] = Q_{c30} * t = 779,4 * 15 = 11691$$

Cálculo eficiencia laguna de maduración:

Tabla 15 - Modelo MARAIS y SHAW (eficiencia en reducción DBO₅) en Laguna de maduración

| Modelo de MARAIS y SHAW (eficiencia en reducción de DBO ₅) | | | |
|--|-------------------------------|----------|-------------------|
| Laguna de Maduración | | | |
| Tiempo de retención hidráulico | t | 15,00 | días |
| Volumen de laguna | V | 11691,00 | m ³ |
| Profundidad | Z | 1,50 | m |
| Área | A | 7794,00 | m ² |
| Relación Largo/Ancho mínima | X | 3,00 | - |
| Longitud | L | 250,00 | m |
| Ancho | B | 32,00 | m |
| Área adoptada | Aadop | 8000,00 | m ² |
| Caudal afluente | Q | 779,40 | m ³ /d |
| Temperatura promedio | T | 12,00 | °C |
| concentración de DBO ₅ influente | DBO ₅ ₀ | 27,50 | mg/L |
| Relación L/A adoptada | Xadop | 41,60 | - |
| Constante decaimiento 20°C | Kf ₂₀ | 1,20 | 1/día |
| Constante decaimiento (T° laguna) | Kf | 0,184 | 1/día |
| Concentración de DBO ₅ efluente | DBO ₅ _f | 7,32 | mg/L |
| Eficiencia | Ef | 73,32% | |
| Eficiencia total (2 lagunas) | Ef total | 97,34% | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 145 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 16 - Modelo THIRIMURTHI (eficiencia en reducción de coliformes fecales) en Laguna de maduración

| Modelo de THIRIMURTHI (eficiencia en reducción de coliformes fecales) | | | |
|---|----------------|-----------|-------------------|
| Laguna de Maduración | | | |
| Tiempo de retención Hidráulico | t | 15,00 | días |
| Volumen de laguna | V | 11691,00 | m ³ |
| Profundidad | Z | 1,50 | m |
| Área | A | 7794,00 | m ² |
| Relación Largo/Ancho mínima | X | 3,00 | - |
| Longitud | L | 250,00 | m |
| Ancho | B | 32,00 | m |
| Área adoptada | Aadop | 8000,00 | m ² |
| Caudal afluente | Q | 779,40 | m ³ /d |
| Temperatura promedio | T | 12,00 | °C |
| Coliformes fecales influentes | N ₀ | 61.099,44 | NMP/100 ml |
| Relación L/A adoptada | Xadop | 41,60 | - |
| Factor de dispersión | d | 0,024 | - |
| Coefficiente de decaimiento bacteriano | K _b | 0,47 | 1/día |
| Constante adimensional | a | 1,29 | - |
| Coliformes fecales efluentes | N _f | 125,16 | NMP/100 ml |
| Eficiencia | Ef | 99,80% | |
| Eficiencia total (2 lagunas) | Ef total | 99,999% | |

A partir de aquí, se determina que las características de la laguna de maduración son las siguientes:

- Tiempo de permanencia del líquido: 15 días
- Área superficial de la laguna: 8000 m²
- Profundidad z = 1,5 m
- Longitud = 250 m
- Ancho = 32 m
- Volumen adoptado= 12000 m³

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 146 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |

El diseño geométrico de esta laguna resulta más iterativo, ya que se tiene que trabajar con las exigencias que el decreto define para poder reutilizar el agua tratada.

Para reducción de DBO_5 se utilizó el método de Marais y Shaw y para la reducción de coliformes fecales se utilizó el método de Thirimurthi. Inicialmente se propuso un tiempo de retención hidráulico de 15 días, el cual permite determinar el volumen de la laguna como el producto de éste último por el caudal de ingreso. Luego, al igual que en el caso de la laguna facultativa, se define la profundidad de la misma, para poder calcular el área superficial y definir una relación Largo/ancho.

En este tipo de lagunas, resulta mucho más efectivo tener relaciones Largo/ancho adoptadas elevadas, por lo que se iteró incrementando cada vez más esta relación, hasta obtener un resultado satisfactorio del método. Esta iteración, concluyo con una longitud de 624 metros y un ancho de 15. Debido a que la longitud de la laguna alcanzó un valor muy alto, lo que se propuso fue realizar una laguna de maduración de 250 metros de longitud y 32 metros de ancho, con muros de mampostería internos de 22 metros de longitud, desde el borde de la laguna hacia el centro e intercalados cada 15 metros. Esto permite que el fluido realice un recorrido total de 624 metros.

Al igual que en el caso de la laguna facultativa, las medidas se acotan a la mitad de cada talud 2:1 que conforman las paredes de esta laguna. En el anexo se adjunta un plano con las respectivas lagunas.

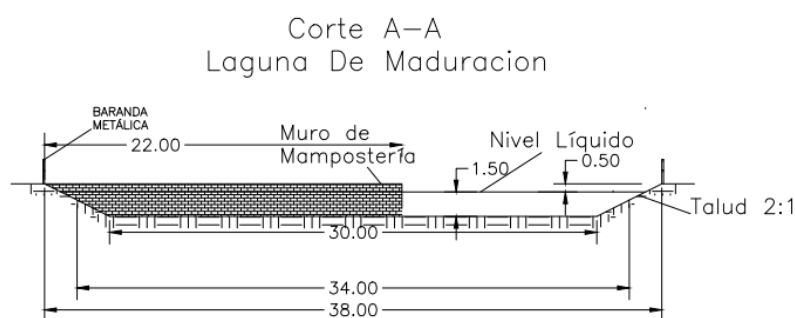


Figura 50 - Sección transversal Laguna de Maduración

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 147 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Estos resultados permiten lograr el objetivo de reutilizar el agua tratada para el riego de cultivos. Además, se puede visualizar que los resultados obtenidos permiten la derivación de las aguas tratadas a cuerpos de agua superficial y por ende también se su reutilización para el riego de espacios verdes, de recreación, cementerio, cultivos, para abastecimiento de cuerpos de bomberos, mantenimiento de caminos de tierra, entre otros.



Figura 51 - Riego de cultivos (Fuente: AgroArgentina.com)



Figura 52 - Riego de caminos de tierra (tankor.com)

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 148 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Una vez realizado el cálculo y dimensionamiento de las lagunas, se optó por ubicarla a aproximadamente a 1350 metros desde la estación de bombeo en un terreno que antiguamente se encontraba una cremería y en la actualidad es utilizado para agricultura.



Figura 53 - Ubicación Planta de Tratamientos

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 149 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



XI. – CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO²

A continuación, se presenta el cómputo y presupuesto de la red colectora cloacal en su configuración adoptada, la estación de bombeo y la planta de tratamientos.

Los precios están expresados en dólares, para evitar una gran desactualización de los precios de los materiales.

Los precios unitarios de mano de obra se extrajeron de la página del colegio de arquitectos de la ciudad de Córdoba. Los mismos se encuentran expresados en precios por hora.

Los precios obtenidos son:

- Oficial especial: U\$S 3.12 (por hora)
- Oficial: U\$S 2.66 (por hora)
- Ayudante: U\$S 2.25 (por hora)

Para determinar los costos de mano de obra de la obra se plantean frentes de trabajos compuestos por cuadrillas. Cada cuadrilla estará compuesta por una mini pala, la cual se utilizará con balde frontal y con taladro percutor para la rotura del hormigón de ser necesario, una retroexcavadora, un camión volcador para el traslado de escombros y diez personas, de las cuales tres se desempeñarán como maquinistas, un capataz que cumple con el rol de operador, un cañista y cinco auxiliares.

Cada cuadrilla, trabajando en jornales de ocho horas, tiene la capacidad de realizar alrededor de ciento veinte metros de la red cada dos semanas, lo que equivale aproximadamente a una cuadra de la localidad, incluyendo la excavación, relleno y compactación de la zanja, realización de una boca de registro y las conexiones domiciliarias.

² Los precios fueron consultados a fines del año 2019, por lo que si se concreta la obra estos deberán ser actualizados.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 150 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



A partir de los precios por hora de los trabajadores y las horas que trabajan en el mes considerando que trabajan 23 días por mes, se obtienen el costo de la cuadrilla en 1 mes.

Tabla 17 - Costos/Mes cuadrilla nro. 1

| Cuadrilla 1 | | | | | |
|-------------|----------|-------------------|-------|---------|---------------|
| Empleados | Cantidad | Categoría | U\$/h | U\$/mes | U\$ final mes |
| Maquinista | 3 | Of. especializado | 3,12 | 574,08 | 1722,24 |
| Capataz | 1 | Of. especializado | 3,12 | 574,08 | 574,08 |
| Cañista | 1 | Of. especializado | 3,12 | 574,08 | 574,08 |
| Auxiliar | 5 | Ayudante | 2,25 | 414 | 2070 |
| Total U\$ | | | | | 4940,4 |

Teniendo en cuenta que cada cuadrilla puede ejecutar 240 metros de red al cabo de 1 mes, se calcula el costo de la mano de obra por unidad de cañería (6 metros). Siendo la misma un valor de 123,51 U\$.

También se necesitará de una cuadrilla que va a ser la encargada de la repavimentación de los tramos que ya cuentan con pavimento y además la encargada de reponer las veredas dañadas. Esta cuadrilla estará formada por cuatro trabajadores, un oficial y tres ayudantes, y deberán contar con herramientas para realizar la pavimentación como vibradores de inmersión, vibradores tipo regla, herramientas de mano y una hormigonera trompo para las tareas menores en las que no se necesite de un camión moto hormigonero.

De manera similar a la anteriormente planteada se calcula el precio por mes de la mano de obra de esta cuadrilla.

Tabla 18 - Costos/Mes cuadrilla nro. 2

| Cuadrilla 2 | | | | | |
|-------------|----------|-----------|-------|---------|---------------|
| Empleados | Cantidad | Categoría | U\$/h | U\$/mes | U\$ Final mes |
| Oficial | 3 | Oficial | 2,66 | 489,44 | 1468,32 |
| Ayudante | 1 | Ayudante | 2,25 | 414 | 414 |
| Total U\$ | | | | | 1882,32 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 151 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



A partir de este valor se considera que una cuadrilla puede realizar la pavimentación de un tramo de 120 metros, equivalente a un volumen medio de 24 m³ de hormigón por día, por lo que en los 23 días laborales del mes se realizarían 552 m³ de hormigón. Lo que equivale a un valor de 3,41 U\$/m³ de mano de obra.

Por último, los precios de los materiales, se encuentran expresados por unidad, también en dólares, en el presupuesto mostrado.

A continuación se muestran las tablas con los precios obtenidos.

Red Cloacal:

Tabla 19 - Cómputo y presupuesto red cloacal

| Ítem | Designación | Unidad | Cantidad | Precio unitario (U\$S) | | Precio total (U\$S) | |
|---------------------------|-------------------------|----------------|-----------|------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | | | Materiales | Mano de obra | Materiales | Mano de obra |
| 1 | Replanteo de la obra | Tramo | 125,00 | - | - | - | - |
| 2 | Cañería 110 mm (x6m) | Ud. | 268,33 | 34,63 | 123,51 | 9.292,38 | 33.141,85 |
| 3 | Cañería 160 mm (x6m) | Ud. | 1.991,33 | 51,50 | 123,51 | 102.553,67 | 245.949,58 |
| 4 | Cañería 250 mm (x6m) | Ud. | 256,83 | 120,36 | 123,51 | 30.912,46 | 31.721,49 |
| 5 | Cañería 315 mm (x6m) | Ud. | 170,25 | 196,97 | 123,51 | 33.534,14 | 21.027,58 |
| 6 | Arena | m ³ | 2.920,16 | 11,78 | - | 34.399,53 | - |
| 7 | Rotura H° de pavimento | m ³ | 1.715,85 | - | - | - | - |
| 8 | Excavación de zanja | m ³ | 38.278,74 | - | - | - | - |
| 9 | Bocas de registro | Gl | 82,00 | 260,00 | - | 21.320,00 | - |
| 10 | Cinta advertencia | ml | 14.510,50 | 0,45 | - | 6.529,73 | - |
| 11 | Ramal y 160x110 | Gl | 1.488,00 | 7,24 | - | 10.773,12 | - |
| 12 | Ramal y 250x110 | Gl | 208,00 | 37,73 | - | 7.847,84 | - |
| 13 | Ramal y 315x110 | Gl | 144,00 | 40,78 | - | 5.872,32 | - |
| 14 | Tapa boca de registro | Gl | 82,00 | 162,00 | - | 13.284,00 | - |
| 15 | Relleno zanja | m ³ | 35.358,57 | - | - | - | - |
| 16 | Compactación | m ² | 38.278,74 | 0,20 | - | 7.655,75 | - |
| 17 | Hormigón para pavimento | m ³ | 1.715,85 | 75,00 | 3,41 | 128.688,75 | 5.851,05 |
| Precio TOTAL en U\$S..... | | | | | | | 750.355,23 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 152 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Estación de bombeo:

Tabla 20 - Cómputo y presupuesto estación de bombeo

| Ítem | Designación | Unidad | Cantidad | Precio unitario (U\$S) | Precio total (U\$S) |
|------------------------|----------------------------------|----------------|----------|------------------------|---------------------|
| 1 | Limpieza del terreno | Global | 1 | 200,00 | 200,00 |
| 2 | Alambrado del predio | m | 100 | 10,00 | 1.000,00 |
| 3 | Excavación | m ³ | 57 | 20,00 | 1.140,00 |
| 4 | Hormigón | m ³ | 21 | 75,00 | 1.575,00 |
| 5 | Acero de refuerzo | kg | 1944,9 | 1,12 | 2178,29 |
| 6 | Instalación eléctrica | global | 1 | 700,00 | 700,00 |
| 7 | Casilla de instalación eléctrica | global | 1 | 250,00 | 250,00 |
| 8 | Revoque hidrófugo | m ² | 71 | 10,00 | 710,00 |
| 9 | Escalera acero inoxidable 9 m | unidad | 1 | 450,00 | 450,00 |
| 10 | Reja tipo canasto | unidad | 1 | 120,00 | 120,00 |
| 11 | Reja tipo guillotina | unidad | 1 | 100,00 | 100,00 |
| 12 | Tapas de acero al zinc | unidad | 3 | 100,00 | 300,00 |
| 13 | Bomba Flyght 3153 | unidad | 2 | 18.000,00 | 36.000,00 |
| 14 | Válvula de seccionamiento 200 mm | unidad | 2 | 150,00 | 300,00 |
| 15 | Válvula anti retorno 200 mm | unidad | 2 | 150,00 | 300,00 |
| 16 | Múltiple de impulsión de acero | unidad | 1 | 220,00 | 220,00 |
| 17 | Cañería de acero 200mm | metro | 7 | 11,00 | 77,00 |
| 18 | Elementos de fijación de bombas | unidad | 2 | 150,00 | 300,00 |
| 19 | Cadena y poleas de izaje | unidad | 2 | 150,00 | 300,00 |
| 20 | Motor de elevación de bombas | unidad | 1 | 150,00 | 150,00 |
| 21 | Mano de obra | global | 1 | 1.500,00 | 1.500,00 |
| 22 | Grupo electrógeno | unidad | 1 | 5.000,00 | 5.000,00 |
| Precio TOTAL U\$S..... | | | | | 52.870,29 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 153 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Planta de tratamientos:

Tabla 21 - Cómputo y presupuesto planta de tratamientos

| Ítem | Designación | Cantidad | Unidad | Precio Unitario (U\$S) | | Precio Total (U\$S) | |
|---------------------------|---------------------------------|----------|----------------|------------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | | | Materiales | Mano de Obra | Materiales | Mano de Obra |
| 1 | Cañería 200 mm | 234,00 | Ud. | 433,17 | 123,51 | 101.361,78 | 28.901,34 |
| 2 | Codos 45° 250 mm | 5,00 | Ud. | 196,55 | - | 982,75 | - |
| 3 | Arena | 271,29 | m ³ | 11,78 | - | 3.195,78 | - |
| 4 | Excavación Zanja | 840,84 | m ³ | - | - | - | - |
| 5 | Cinta de advertencia | 1401,40 | ml | 0,45 | - | 630,63 | - |
| 6 | Relleno de Zanja | 525,53 | m ³ | - | - | - | - |
| 7 | Compactación | 840,84 | m ³ | - | 0,50 | - | 420,42 |
| 8 | Excavación Lagunas | 56950,00 | m ³ | - | - | - | - |
| 9 | Muros Mampostería | 528,00 | m ² | 3,93 | 6,34 | 2.072,92 | 3.347,17 |
| 10 | Revoque hidrófugo Muro | 528,00 | m ² | 1,12 | 7,14 | 592,95 | 3.768,67 |
| 11 | Canal de Mampostería | 180,00 | m ² | 3,93 | 6,34 | 706,68 | 1.141,08 |
| 12 | Revoque hidrófugo de Canal | 180,00 | m ² | 1,12 | 7,14 | 202,14 | 1.284,77 |
| 13 | Vertedero Laguna Facultativa | 35,17 | m ² | 3,93 | 6,34 | 138,07 | 222,94 |
| 14 | Tejido Perimetral | 860,00 | ml | 26,60 | 5,91 | 22.876,00 | 5.082,60 |
| 15 | Columnas para tejido perimetral | 43,00 | Ud. | 6,28 | 6,34 | 270,11 | 272,59 |
| 16 | Baranda de seguridad | 780,00 | ml | 3.788,65 | 5,91 | 3.788,65 | 4.609,80 |
| Precio TOTAL en U\$S..... | | | | | | | 185.869,84 |

Maquinaria:

Para estimar el costo de la utilización de la maquinaria pesada en toda la obra se utilizó el método de análisis de costos de equipos (Mario E. Chandías, 2006), el cual consiste en determinar el costo por hora de la maquinaria teniendo en cuenta un valor inicial, un valor residual y una vida útil.

Este costo unitario contempla:

Los gastos fijos, dados por:

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 154 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Amortización del capital invertido.
- Intereses del capital no amortizado.
- Gastos de seguro, patente anual y almacenamiento.

Los gastos de funcionamiento:

- Combustibles y lubricantes.
- Gastos de mantenimiento y repuestos

El costo por hora de cada maquinaria es el siguiente:

Tabla 22 - Costos por hora de cada máquina

| Equipo | Modelo | U\$/h |
|-----------------|------------------|-------|
| Retroexcavadora | Taurus CTX3025 | 23,72 |
| Mini Pala | Lonjing CDM 312 | 16,47 |
| Camión Batea | Iveco Tector 6x4 | 40,59 |
| Pala Frontal | Crybsa C125 | 28,51 |

A partir de los tiempos estimados de trabajo se determinan la cantidad de hora de cada máquina y posteriormente el costo total de la utilización de cada una en cada etapa de la obra.

Tabla 23 - Costo total de maquinaria

| Costos de maquinarias (U\$S) | | | | | |
|------------------------------|----------|--------|----------|----------------|--------------|
| Equipo | Cantidad | Etapas | Horas | Costo por hora | Total |
| Retropala | 2,00 | Red | 6.468,00 | 23,72 | 306.836,75 |
| Mini pala | 2,00 | Red | 6.468,00 | 16,47 | 213.010,64 |
| Camión batea | 2,00 | Red | 6.468,00 | 40,59 | 525.007,56 |
| Pala frontal | 1,00 | Laguna | 588,00 | 28,51 | 16.762,85 |
| Camión batea | 1,00 | Laguna | 588,00 | 40,59 | 23.863,98 |
| Total U\$S | | | | | 1.085.481,78 |

En el costo de las maquinarias mostrado en la Tabla 23 se contempla que las mismas se utilizan para las tareas de: Excavación y relleno de zanja, rotura de pavimento y excavación de las lagunas de estabilización

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 155 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



A continuación se muestra una tabla resumen con el presupuesto total del proyecto.

Tabla 24 - Presupuesto total del proyecto

| Presupuesto | US\$ |
|------------------------|--------------|
| Red cloacal | 750.355,23 |
| Estación de bombeo | 52.870,29 |
| Planta de tratamientos | 185.869,84 |
| Maquinarias | 1.085.481,78 |
| TOTAL | 2.074.577,14 |

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 156 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XII. – TIEMPOS DE PROYECTO

Se recomienda la realización de este tipo de obras durante los meses secos del año, para evitar que las precipitaciones compliquen las tareas de excavación y debiliten la estructura del suelo, lo que provocaría condiciones no seguras de trabajo y demoras en el plazo de ejecución de la obra. Los meses con menor probabilidad de lluvia en la zona son desde mediados de mayo a mediados de septiembre.

Así mismo, por la magnitud de la obra, en los plazos estimados se plantea trabajo de corrido a lo largo de todo el año, para evitar plazos muy prolongados. Esto es válido siempre y cuando se tengan en cuenta las medidas de higiene y seguridad relacionadas a las problemáticas que pueden traer las precipitaciones.

Para determinar los tiempos de ejecución de la obra se plantean frentes de trabajos compuestos por cuadrillas.

Como se mencionó anteriormente, cada cuadrilla, trabajando en jornales de ocho horas, tiene la capacidad de realizar alrededor de 120 metros cada dos semanas, lo que equivale aproximadamente a una cuadra de la localidad.

Para poder realizar un avance considerable se van a necesitar dos cuadrillas de este tipo, que van a estar trabajando en simultaneo, una en la parte norte del pueblo y otra en la parte sur. Además, se necesitará de una tercera cuadrilla, que va a ser la encargada de la repavimentación de los tramos que ya cuentan con pavimento y además la encargada de reponer las veredas dañadas.

A continuación, se muestra un esquema que representa cómo se dividen las tareas comprendidas a lo largo de las dos semanas de trabajo por parte de una cuadrilla.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 157 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| | DIA | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Tarea | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Replanteo de trazado y Boca de Registro | | | | | | | | | | | | | | |
| Rotura del Hormigon y Remocion de escombros | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavacion de zanja | | | | | | | | | | | | | | |
| Nivelacion de zanja | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparacion de cama de Arena | | | | | | | | | | | | | | |
| Nivelacion de cama de Arena | | | | | | | | | | | | | | |
| Colocacion de Cañeria | | | | | | | | | | | | | | |
| Prueba hidraulica | | | | | | | | | | | | | | |
| Tapado y Compactacion | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavacion y Colocacion de Boca de Registro | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 54 - Esquema de división de tareas a lo largo de dos semanas

Para la estación de bombeo se prevé un lapso de construcción de 2 meses, teniendo en cuenta las tareas de excavación, doblado y colocación de la armadura, hormigonado, realización de tareas de albañilería y de herrería, e instalación de los componentes eléctricos y bombas.

En cuanto a la excavación y colocación de la cañería de impulsión, que va desde la estación de bombeo hasta la planta de tratamiento, se prevé un lapso de un mes para realizar la tarea, teniendo en cuenta que la zanja de la misma tiene una longitud aproximada de 1400 metros de y 1,20 metros de profundidad.

Para la excavación de la laguna facultativa y la laguna de maduración, se estima un tiempo aproximado de 3 meses y medio, teniendo en cuenta que el volumen de excavación es de 51.000 metros cúbicos y que una pala frontal promedio puede extraer 100 metros cúbicos por hora, en jornales de 8 horas.

En lo que refiere a las tareas varias de albañilería en la planta de tratamiento se estima un lapso de 6 meses para la realización de las mismas, las cuales incluyen la realización del vertedero y canal de traspaso de una laguna hacia la otra, la realización del tejido perimetral, la implantación de las rejas a la entrada del sistema y la ejecución de tabiques internos de retención hidráulica de la laguna.

Como resultado de todo este análisis se estima que la totalidad de la obra se realizaría en un aproximado de 38 meses y medio. En los anexos se muestra un diagrama de Gantt con la distribución de las tareas en todo el lapso de la obra.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 158 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XIII. – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La ejecución de un proyecto implica la generación de impactos ambientales y socioculturales, los cuales pueden ser tanto negativos como positivos. Para la identificación de estos impactos, se optó por realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), el cual es un estudio técnico de carácter preventivo cuyo objetivo es predecir, identificar, interpretar, valorar, reducir y corregir los efectos ambientales que causan las acciones involucradas en el proyecto de ejecución sobre la calidad de vida del ser humano como su entorno, en sus etapas de operación, funcionamiento y abandono. (Vicente Conesa F. Vítora, 2010).

Una vez identificados y evaluados los impactos, se proponen medidas de mitigación para atenuar lo máximo posible los efectos que pudieran causar alteraciones ecológicas perjudiciales en el medio, con el objetivo de llegar a un nivel admisible para la estabilidad del sistema natural.

El EsIA es un documento técnico que forma parte de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la cual es el procedimiento administrativo general que consta de las siguientes fases obtenidas de la Ley N° 10.208 de política ambiental de la provincia de Córdoba.

- Realización y presentación del Aviso de Proyecto por parte del promotor o iniciador;
- Proceso de difusión e información pública y participación ciudadana;
- Realización de Estudio de Impacto Ambiental por parte del promotor;
- Otorgamiento o denegatoria de Licencia Ambiental por parte de la Autoridad de Aplicación.

Toda EIA tiene que adaptarse al marco legal existente en cada país o región, en el caso del proyecto tratado, responde a la Ley Nacional N° 25.675 General de Ambiente y a la Ley N° 10.208 de política ambiental a nivel provincial, la cual complementa los presupuestos mínimos establecidos en la Ley Nacional.

El análisis de impactos se realizó en base a la Matriz de Importancia propuesta por Vicente Conesa Fernández Vítora en Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (2010), la cual fue adaptada a las particularidades del proyecto y del medio donde se sitúa.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 159 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Para generar la matriz, se realizó un inventario de las acciones que pueden producir efectos sobre el medio natural y socioeconómico en las etapas de construcción y funcionamiento del proyecto, como así los factores del medio receptor susceptibles de recibir dichos efectos.

No se analizó la etapa de abandono, ya que no está previsto que la red y su tratamiento quede fuera de uso.

XIII.1 – FACTORES DEL MEDIO

A continuación, se mencionan los factores del medio afectados por las acciones generadas durante el proyecto, se los dividió en dos grupos principales, Medio Natural y Medio Socio-económico con subgrupos correspondientes.

Factores del medio natural:

1. Aire.
 - a. Ruido y vibraciones.
 - b. Material particulado.
 - c. Nivel de olores.
2. Suelo.
 - a. Calidad.
 - b. Estabilidad.
 - c. Aptitud.
3. Agua.
 - a. Calidad.

Factores del Medio Socio-económico:

4. Paisaje.
5. Uso del suelo.
6. Infraestructura y servicios.
7. Renta.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 160 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



8. Finanzas y sector público.
9. Calidad de vida.
10. Dinámica poblacional.
11. Nivel de empleo.
12. Efecto barrera.
13. Seguridad de la población.
14. Seguridad y salud de los operarios.

X.III.2 – ACCIONES DEL PROYECTO QUE IMPACTAN EN EL MEDIO

Se muestran a continuación las acciones durante las etapas de construcción y funcionamiento que son potenciales de causar efectos sobre el medio.

Etapas de construcción:

1. Limpieza del terreno.
2. Demolición del Hormigón de las calles.
3. Instalación del obrador.
4. Movimientos de equipos, maquinarias y camiones.
5. Cortes y desvío del tránsito.
6. Excavación, colocación de cañería y compactación.
7. Señalización.
8. Acopio y descarga de materiales.
9. Ejecución de tareas de albañilería.
10. Generación de Residuos Sólidos Urbanos.
11. Generación de efluentes sanitarios.
12. Generación de Residuos de construcción.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 161 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Etapas de funcionamiento:

13. Pruebas Hidráulicas
14. Mantenimiento de la red
15. Tratamiento de efluentes
16. Generación de fangos
17. Evacuación de efluentes tratados
18. Servicio de la red
19. Costo del proyecto

Una vez registradas las acciones y los factores que intervienen en el EsIA, se procede a realizar una matriz de impacto o de identificación de efectos, el cual es un cuadro de doble entrada donde se identifican los factores más afectados como consecuencia de las acciones.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 162 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 25 - Matriz de identificación de efectos

| FACTORES ACCIONES | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|--|
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector publico | Calidad de vida | Dinamica pobacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad de la poblacio | Seguridad y salud de | |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | X | X | | X | | | | X | X | | X | X | | | | X | | X | | | |
| | Demolicion del Hº | X | X | | | | | | | | | X | | | | | X | X | X | | | |
| | Instalacion de obrador | X | X | X | X | | | | | | | X | | | | | | | X | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | X | X | X | X | | | | | | | X | | | | | | | X | | X | |
| | Cortes y desvíos del transito | | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | X | X | | | X | | | | | | X | | X | | | X | | X | X | X | |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | |
| | Acopio y Descarga de materiales | | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | X | X | | | | | | | | | | | X | | | | | X | | | |
| | Generación de RSU | | | X | X | | | | | | | X | | | | | X | | | | | |
| Etapas de funcionamiento | Generación de efluentes sanitarios | | | X | X | | X | X | | | | | | | | | X | | | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | X | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| | Pruebas Hidráulicas | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | X | | | | | | | | | X | | X | | | | X | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | X | X | X | | X | | | | X | X | | | | X | | X | | | |
| | Generacion de fangos | | | X | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | X | | | X | X | | | X | | | | | | | | | | |
| Servicio de la red cloacal | | | | X | | X | X | | | | | | X | X | X | X | X | | | | | |
| Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 163 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



X.III.3 – VALORACIÓN CUALITATIVA

A partir de la matriz de impactos se realiza una matriz de importancia la cual permite obtener una valoración cualitativa de los efectos ocasionados. Los elementos de esta matriz identifican la “Importancia” del impacto generado por la acción sobre un factor ambiental, la cual busca medir cualitativamente el impacto ambiental en función del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida y caracterización del efecto, en base a una serie de atributos de carácter cualitativo.

La metodología elegida utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la importancia:

$$I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

- \pm = Signo.
- I = Importancia del Impacto.
- IN= Intensidad o grado probable de destrucción.
- EX= Extensión o área de influencia del impacto.
- MO= Momento o tiempo entre la acción y aparición del impacto.
- PE= Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.
- RV= Reversibilidad.
- SI= Sinergia.
- AC= Acumulación.
- EF= Efecto.
- PR= Periodicidad.
- MC= Recuperabilidad.

Signo: El signo hace referencia al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Intensidad (IN): Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en caso de producir un efecto negativo, expresa el grado de destrucción del factor considerado independientemente de la extensión afectada.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 164 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Extensión (EX): Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.

Momento (MO): Es el tiempo (t_m) que transcurre entre la aparición de la acción (t_o) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado. $t_m = t_j - t_o$.

Persistencia (PE): Se refiere a tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción.

Reversibilidad (RV): Es la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez ésta deja de actuar sobre el medio.

Recuperabilidad (MC): Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana o sea, mediante la introducción de medidas correctoras, y restauradoras.

Sinergia (SI): La sinergia refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Acumulación (AC): Es el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Efecto (EF): Se refiere a la relación causa-efecto, es decir, como se manifiesta el efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Los impactos son directos cuando la relación causa efecto es directa, en cambio, el efecto es indirecto cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 165 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, ya sea constante en el tiempo (efecto continuo), de manera cíclica o recurrente (efecto periódico) o de manera aperiódica o esporádica (efecto irregular).

Importancia del impacto (I): Está representada por un número en función del valor asignado a los símbolos considerados.

A continuación se muestra la tabla de valores asignados para la Importancia del impacto.

| | | | |
|--|-------|---|-------|
| NATURALEZA | | INTENSIDAD (IN) (Grado de Destrucción)* | |
| - Impacto beneficioso | + | - Baja o mínima | 1 |
| - Impacto perjudicial | - | - Media | 2 |
| | | - Alta | 4 |
| | | - Muy alta | 8 |
| | | - Total | 12 |
| EXTENSION (EX) (Área de influencia) | | MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) | |
| - Puntual | 1 | - Largo plazo | 1 |
| - Parcial | 2 | - Medio plazo | 2 |
| - Amplio o Extenso | 4 | - Corto Plazo | 3 |
| - Total | 8 | - Inmediato | 4 |
| - Crítico | (+ 4) | - Crítico | (+ 4) |
| PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) | | REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción por medios naturales) | |
| - Fugaz o Efímero | 1 | - Corto Plazo | 1 |
| - Momentáneo | 1 | - Medio Plazo | 2 |
| - Temporal o Transitorio | 2 | - Largo plazo | 3 |
| - Pertinaz o Persistente | 3 | - Irreversible | 4 |
| - Permanente y Constante | 4 | | |
| SINERGIA (SI) (Potenciación de la manifestación)** | | ACUMULACION (AC) (Incremento progresivo) | |
| - Sin sinergismo o Simple | 1 | - Simple | 1 |
| - Sinergismo moderado | 2 | - Acumulativo | 4 |
| - Muy sinérgico | 4 | | |
| EFFECTO (EF) (Relación causa - efecto) | | PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación) | |
| - Indirecto o Secundario | 1 | - Irregular (Aperiódico y Esporádico)*** | 1 |
| - Directo o Primario | 4 | - Periódico o de Regularidad Intermitente | 2 |
| | | - Continuo | 4 |
| RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) | | IMPORTANCIA (I) (Grado de manifestación cualitativa del efecto) | |
| - Recuperable de manera inmediata | 1 | $I = \pm (3 IN + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$ | |
| - Recuperable a corto plazo | 2 | | |
| - Recuperable a medio plazo | 3 | | |
| - Recuperable a largo plazo | 4 | | |
| - Mitigable, sustituible y compensable | 4 | | |
| - Irrecuperable | 8 | | |

Figura 55 - Importancia del Impacto. (Fuente: V. Conesa Fdez. - Vítora: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 2010)

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 166 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| MANIFESTACION DE LOS EFECTOS | A T R I B U T O S | | | | | | | | C |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|--|---|-----------------------------------|---|---|---|---|
| | MOMENTO | | PERSISTENCIA | | REVERSIBILIDAD | | RECUPERABILIDAD * | | |
| | $t_m = t_i - t_o$ | V | $t_p = t_r - t_i$ | V | $t_{rev} = t_{pr} - t_r - t_r$ | V | $t_r = t_{rnc} - t_{omc}$ | V | |
| $t = 0$ | Inmediato | 4 | Efímero o Fugaz | 1 | Inmediato | 1 | Inmediato | 1 | TEMPORALES, REVERSIBLES Y/O RECUPERABLES |
| $t < 1$ año | Corto plazo | 3 | Momentaneo o de Corto plazo | 1 | Corto plazo | 1 | Corto plazo | 2 | |
| $1 < t < 10$ años | Medio plazo | 2 | Temporal, Transitorio o de Medio plazo | 2 | Medio plazo | 2 | Medio plazo | 3 | |
| $10 < t < 15$ años | Largo plazo | 1 | Pertinaz, Persistente o Duradero | 3 | Largo plazo | 3 | Largo plazo | 4 | |
| $t > 15$ años | Largo plazo | | Estable o Permanente | 4 | Quasi irreversible / Irreversible | 3 | Recuperable / Irrecuperable | 4 | |
| $t > 15$ años | | | Constante | 4 | Irreversible | 4 | Irrecuperable | | |
| Indistinta | Crítico | (+1) a (+4) | - | - | - | - | Mitigable / Compensable / Sustitutorio / Contraprestación | 4 | OTROS PERMANENTES |

(*) Cuando el efecto sea reversible, y en los casos en que no sea necesaria la aceleración de la reversibilidad, o no sea necesaria la introducción de Medidas correctoras, el atributo "Recuperabilidad" tomará los valores que se le hayan atribuido al atributo "Reversibilidad".

Figura 56 - Manifestación temporal de los efectos. (Fuente: V. Conesa Fdez. - Vítora: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 2010)

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, donde los valores se caracterizan de acuerdo a una escala, siendo:

| IMPACTOS NEGATIVOS | | Valores |
|----------------------------------|--|-----------|
| IMPACTO IRRELEVANTE O COMPATIBLE | | <25 |
| IMPACTO MODERADO | | ≥25 y <50 |
| IMPACTO SEVERO | | ≥50 y ≤75 |
| IMPACTO CRÍTICO | | >75 |

| IMPACTOS POSITIVOS | | Valores |
|----------------------------|--|-----------|
| IMPACTO IRRELEVANTE O BAJO | | <25 |
| IMPACTO MODERADO O MEDIO | | ≥25 y <50 |
| IMPACTO ALTO | | ≥50 y ≤75 |
| IMPACTO MUY ALTO | | >75 |

Figura 57 - Escala de valores de los impactos

Una vez establecido los valores para cada uno de los atributos nombrados anteriormente se realiza la matriz de importancia según la ecuación para el cálculo de la importancia. En los anexos se encuentran realizadas las matrices para cada atributo.

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 167 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 26 - Matriz de valoración de Importancia de impactos

| FACTORES ACCIONES | | MATRIZ DE IMPORTANCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TOTALES | |
|--------------------------|--|-----------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------|--------------------------|---------|--------------------------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector publico | Calidad de vida | Dinamica pobacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad de la poblacio | | Seguridad y salud de operarios |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | -19 | -20 | | -27 | | | | -31 | -28 | -21 | -27 | -27 | | | -15 | | 20 | | | | -19 |
| | Demolicion del Hº | -46 | -29 | | | | | | | | -29 | | -31 | | | -24 | -20 | 28 | -19 | | | -17 |
| | Instalacion de obrador | -19 | -23 | -18 | -18 | | | | | | -28 | | | | | | 28 | | | | | -78 |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | -42 | -31 | -27 | -28 | | | | | | -22 | | | | | | | 28 | | -22 | -22 | -16 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | | -20 | | -20 | | | -40 |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | -30 | -31 | | | -46 | | | | | -31 | | -33 | | | -18 | | 40 | -17 | -32 | -44 | -24 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 52 | 52 | 104 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | -29 | | | | | | | | -22 | | | | | | | | | | | -51 |
| | Ejecución de tareas de albañilería | -22 | -20 | | | | | | | | | | -22 | | | | | 26 | | | -20 | -58 |
| | Generación de RSU | | | -25 | -24 | | | | | | -19 | | | | | -18 | | | | | | -86 |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | -21 | -27 | | -25 | -28 | | | | | | | | -17 | | | | | | -11 |
| | Generación de Residuos de construcción | | -25 | | -27 | | | | | | -24 | | | | | | | | | | | -76 |
| | Pruebas Hidráulicas | | | | | -26 | | | | | | | | | | | | | | | | -26 |
| Etapas de funcionamiento | Mantenimiento de la red | | | 63 | | | | | | | | | 56 | | -22 | | | 23 | | | | 120 |
| | Tratamiento de efluentes | | | -53 | -42 | -35 | | 68 | | | -37 | -49 | | | | 56 | | 46 | | | | -46 |
| | Generacion de fangos | | | -46 | 34 | | | | | | 31 | | | | | | | | | | | 19 |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 49 | | | 52 | 33 | | 33 | | | | | | | | | | | 167 |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 57 | | 57 | 69 | | | | | 70 | 46 | 40 | 56 | 35 | | | | | 430 |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | -54 | | | | | | | -54 |
| TOTALES | | -178 | -208 | -127 | -53 | -107 | 32 | 161 | 2 | -28 | -169 | -76 | 13 | 46 | -36 | 20 | -5 | 239 | -56 | -2 | -34 | |

Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín;
Taborda, Benjamín

Código: TF ADMT - 2020

Revisó: Fontana - Ganancias

Emisión: Diciembre de 2020

Autorizó: Fontana - Ganancias

Revisión: 02

Página 168 de 211

DOCUMENTO CONTROLADO
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA



XIII.3.A – INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA

Durante la etapa de construcción, a grandes rasgos, se puede observar que la mayoría de los impactos ocasionados por las acciones son negativos. Muchos poseen intensidades que varían de media hacia alta y una extensión de carácter tanto puntual, parcial y amplia ya que la obra tiene lugar en toda la localidad. Sin embargo, la gran mayoría de ellos son impactos temporales, es decir, poseen una persistencia baja, donde afectarían a la calidad de vida y el ambiente en su mayoría durante su tarea de ejecución y son de carácter reversible o recuperable en el corto plazo, por lo tanto, son calificados como impactos de carácter moderado y compatibles con el fin de proyecto. Se observan impactos positivos en la generación de empleo debido a la demanda de mano de obra en su mayoría no especializada y la implementación de correctas medidas de seguridad para los operarios y la población.

Por otro lado, en la etapa de operación, la mayoría de los impactos generados son positivos, destacando que estos son a largo plazo, durante la vida útil del proyecto, como la generación de empleos para el mantenimiento de la red, estación de bombeo y lagunas de tratamiento, mejoras en el paisaje local, calidad del agua en el nivel freático, nivel general de infraestructura, renta del suelo, etc. Se percibe también la presencia de algunos impactos severos como el costo del proyecto, o el nivel de olores generado en el tratamiento de los líquidos, por lo que se deberán tomar las medidas de mitigación correspondientes en cada caso.

A continuación, se realiza una descripción y análisis de las acciones que impactan en las distintas etapas del proyecto.

Etapas de construcción:

- Limpieza del terreno: Esta acción hace referencia a la extracción de vegetación y obstáculos existentes en la zona donde se llevará a cabo la construcción. En el Medio Natural, la limpieza del terreno genera efectos negativos que impactan en mayor medida en la flora y la fauna debido a la alteración del hábitat del lugar donde se realiza la acción, afectando también la calidad del suelo y el paisaje. En cuanto al nivel de ruido y generación de material particulado, que se produce debido al uso de maquinarias y el posible levantamiento de polvo

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 169 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



residual debido a la acción del viento respectivamente, al ser una tarea de extensión puntual posee un impacto irrelevante o compatible sobre la calidad de vida de las personas (molestias por ruido, posibles alergias y afecciones debido a partículas en suspensión). El medio socio-económico puede verse afectado en el cambio de uso del suelo, ya que la acción se realiza para un objetivo específico como ser la implementación de una estación de bombeo. En cuanto a la infraestructura existente, está la probabilidad de dañarla con el uso de maquinarias. Si bien se observa un impacto positivo en la generación de empleo, este se caracteriza como bajo o irrelevante ya que no es una tarea de larga duración y que requiere mucho personal.

- Demolición del Hormigón: La demolición del Hormigón se lleva a cabo sobre la calzada principal y las veredas para proceder a la excavación de la zanja donde serán colocadas las cañerías de la red. Los principales efectos negativos ocasionados en el Medio Natural por la demolición del Hormigón son la generación de ruido y material particulado, debido al uso de martillos hidráulicos y la posterior emisión de polvo. Esta acción posee una intensidad alta en cuanto al ruido y una extensión considerable ya que la mayoría de las calles de la localidad se encuentran pavimentadas. Además, existe la probabilidad de que, al romper el hormigón, interfiera con algún otro servicio de infraestructura y lo dañe. Los impactos negativos sobre la calidad de vida se consideran de impacto moderado ya que son impactos de poca persistencia, desapareciendo al corto plazo de finalizada la acción. Se considera un impacto negativo leve sobre la dinámica poblacional, por posibles dificultades de acceso a las zonas donde se esté trabajando generando también un efecto “barrera” al querer desplazarse desde un punto hacia otro en la localidad. Se pueden observar impactos positivos moderados en el nivel de empleo, ya que como se mencionó antes, la extensión ocupa la mayor parte del pueblo.
- Instalación del obrador: El obrador es un espacio que se facilita al personal de construcción necesario para que se puedan llevar a cabo correctamente aquellas tareas inherentes del

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 170 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



proyecto. El mayor impacto negativo se observa sobre el paisaje, debido a que obstaculiza la estética del lugar. Si bien hay además generación de ruidos, material particulado, olores y contaminación del suelo debido a la evacuación de efluentes sanitarios de este, estos ocurren exclusivamente en el lugar que esté situado y además serán generados mientras se realice el proyecto. Ésta acción es recuperable en el corto plazo, ya que se desmonta el obrador cuando finalice la obra.

- Movimiento de equipos, maquinarias y camiones: Esta acción se lleva a cabo a la hora de realizar el movimiento de suelos necesario para el acople de materiales y rellenos de las excavaciones realizadas.

La mayoría de los impactos negativos son sobre el Medio Natural y de carácter moderado debido a la generación de ruido producto del funcionamiento de las maquinarias, de olores provocado por la emanación de gases producto de los motores de combustión interna, de material particulado debido a la posible acción del viento en las calles de tierra y al constante movimiento de la maquinaria, afectando al mismo tiempo a la calidad del suelo pudiendo degradar la estructura edáfica en la capa superficial del suelo, dejándolo más propenso a la ocurrencia de principios erosivos. La calidad del suelo también puede verse afectada por el derrame de metales pesados, combustibles y aceites proveniente de los camiones y maquinarias.

En el medio socio-económico se detectan impactos negativos, aunque de carácter compatible a la posibilidad de accidentes producidos por las maquinarias tanto en los operarios como en la población. Los impactos positivos son debido al empleo generado.

- Cortes y desvío del tránsito: Los impactos negativos generados por esta acción se deben solamente a la fricción espacial debido al efecto barrera que pueden ocasionar cuando la población quiere desplazarse por la localidad, por ello se los caracteriza como de carácter irrelevante o compatible.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 171 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Excavación, colocación de cañería y compactación: La excavación se realiza para poder colocar la cañería de la red propuesta a su respectiva profundidad, y luego se rellena y compacta para asegurarse que no queden espacios vacíos al rellenar. Los impactos negativos que genera esta actividad sobre el Medio natural son de Importancia moderada, dentro de los cuales se destaca el ruido y el material particulado generado por la misma excavación, colocación de las cañerías y la compactación del terreno. Además, el proceso de excavación también puede alterar la estabilidad del terreno ya sea mientras se ejecuta la excavación o por la presencia de lluvia alterando la resistencia del talud.

En cuanto al medio socio económico, se pueden observar impactos de carácter moderado sobre la seguridad de los operarios y la población, ya que si las excavaciones realizadas no se encuentran bien señalizadas pueden ser generadoras de accidentes como por ejemplo caídas dentro de las mismas, y al mismo tiempo, genera un efecto barrera a la hora de querer desplazarse por la localidad. Esta acción es probable que necesite más personal que las anteriores, por lo tanto, se destaca un impacto positivo mayor en cuanto al nivel de empleo.

- Señalización: La señalización de obra ya sea debido a las excavaciones sin rellenar, redirección de tránsito, entre otras, es una acción clave para evitar accidentes en las zonas de trabajo y poder identificar los lugares a los que no se debe acceder, por lo tanto, su correcta utilización minimiza significativamente los riesgos. Se considera un impacto positivo muy alto.
- Acopio y descarga de materiales: En esta acción únicamente se pueden detectar impactos negativos, aunque moderados y leves, siendo la generación de material particulado por la presencia de vientos e impacto sobre el paisaje respectivamente, esto se debe a que son de extensión puntual y de corta duración (solo etapa de construcción).
- Ejecución de tareas de albañilería: En cuanto a las tareas de albañilería podemos considerar a la materialización de las bocas de registro, repavimentación, reconstrucción de veredas, etc. Estas se consideran que impactan en el medio natural negativamente en cuanto a la

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 172 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



generación de material particulado y ruido (por ejemplo, por trabajo en horarios no deseables) pero de carácter irrelevante o compatible, ya que la intensidad o el grado de destrucción son mínimos. En cuanto al medio socio-económico, existen las probabilidades de dañar la infraestructura existente a la hora de materializar las bocas de registro y de que pueda haber algún accidente debido a la profundidad de las mismas. Como impacto positivo se destaca la generación de empleo en este rubro.

- Generación de residuos sólidos urbanos (RSU): La instalación del obrador implica realizar sanitarios en el mismo y por ende un pozo absorbente, el cual puede ocasionar olores no deseables y contaminar el suelo y el agua bajo la presencia de napas freáticas afectando la calidad de vida de la población, al ser solo de impacto local y temporal, aunque acumulable, se calificaron como impactos de moderados a compatibles. Se deberá analizar la posibilidad de instalar baños químicos para evitar esta clase de impactos.
- Generación de efluentes Sanitarios: Esta acción se refiere a la capacidad de generar efluentes cloacales que tendrá la zona del obrador de la obra con la totalidad de los baños disponibles para los obreros. En este apartado se verán afectados factores del medio natural y del medio socio-económico como el nivel de olores, debido a la necesidad de vaciado de baños químicos y/o limpieza de cámaras sépticas en baños fijos; la calidad del suelo a causa de la contaminación de estos líquidos que introducirán al suelo compuestos como nitrógeno, fósforo, etc.; la aptitud del suelo, debido al ingreso de líquidos con sólidos y espumas, se puede colapsar la capacidad de infiltración que tenga el mismo suelo y también perder capacidad portante debido al exceso de agua que recibirá el mismo; calidad del agua debido a la contaminación del nivel freático con los efluentes y calidad de vida, donde esta se verá afectada por la combinación de todos los factores naturales anteriormente mencionados, que hacen que - aunque sea solo durante la etapa de construcción - se vea perturbada la calidad de vida actual que tienen los habitantes de la localidad. Vale resaltar que todos estos factores tienen un impacto caracterizado como irrelevante o compatible según su valor en la matriz.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 173 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Generación de residuos de construcción: Este apartado incluye la generación de todos aquellos residuos que provengan de demolición y desperdicios de materiales durante la etapa de construcción, como pueden ser escombros de hormigón, restos de neumáticos de la maquinaria, restos de caños de la instalación, etc. En este apartado los factores afectados también tienen un valor de impacto considerado irrelevante (importancia menor o igual a 25). El material particulado, generado debido al acopio y traslado de los mismos residuos es uno de los factores a controlar mediante medidas de mitigación, no solo el producido por esta acción sino por otras nombradas en la etapa de construcción; la calidad del suelo en la zona de acopio o destino final de los residuos, los mismos deben ser depositados con las correspondientes medidas, debido a que si no contaminan el suelo sobre el cual se encuentran; el paisaje durante la etapa de construcción, debido a que el acopio de estos residuos puede afectar el paisaje local de los habitantes que por allí circulen.
- Pruebas hidráulicas: Esta acción se realiza con el fin de verificar que las cañerías recién colocadas no tengan defectos ni estén mal colocadas de manera de que puedan provocar pérdidas. Esta acción perjudica al factor de estabilidad del suelo, debido a que la presencia de agua en suelos limosos o loésicos puede provocar que el mismo se vuelva desmoronable. Esto puede generar graves problemas de seguridad para los obreros y también daños de infraestructura.

Etapas de operación

- Mantenimiento de la red: Esta acción se realiza con el fin de garantizar el mejor funcionamiento del sistema de red cloacal, sin que se generen obstrucciones o malos olores. Los factores que se benefician o se ven afectados por esta acción son: el nivel de olores que, debido al mantenimiento de la red, será nulo ya a que se remueven gracias a esta operación todos aquellos sólidos que pueden quedar retenidos en la cañería o cojinetes de las BR por falta de circulación de agua; la Infraestructura y Servicios, donde un correcto mantenimiento garantiza un óptimo nivel de funcionamiento de toda la infraestructura de la red y el servicio

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 174 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



de cloacas, mejorando la calidad de vida de los habitantes beneficiados con el servicio; las Finanzas y sector público, ya que el ente responsable del funcionamiento de la red, deberá afrontar los costos económicos que se generen debido al mantenimiento, esto provoca un efecto de impacto negativo pero de importancia irrelevante y por último la estructura poblacional, debido a que el mantenimiento de la red es otra de las operaciones constantes durante toda la vida útil de la misma que genera empleo para los habitantes de la localidad (impacto positivo de carácter medio).

- Tratamiento de efluentes: Esta acción considera la operación de desbaste a través de rejillas y de las lagunas facultativa y de maduración para el tratamiento de los líquidos cloacales. Los factores que se verán afectados o beneficiados con esta acción son, el nivel de olores, es uno de los factores más impactados de toda la matriz (con importancia severa), debido a la alta concentración de líquidos en ambas lagunas. El olor que emanan las mismas se encuentra en un nivel alto para la periferia del terreno destinado a contenerlas, este impacto se ve incrementado ante la presencia de vientos que, con la dirección correcta, pueden hacer llegar los olores hasta la localidad; la calidad del suelo por debajo de las lagunas se va a ver afectada drásticamente (impacto irrelevante debido a la puntualidad del efecto) a causa de la acumulación de microorganismos y componentes químicos provenientes de los líquidos; la estabilidad del suelo de los taludes de las lagunas podría verse afectada debido a las características de los suelos loésicos o limosos ante la presencia del agua (que contienen las lagunas), los cuales se convierten en suelos desmoronables, siendo este factor de importancia negativa media por su puntualidad e intensidad moderada.

La calidad del agua tratada se eleva en gran medida en comparación a la calidad del efluente cloacal que ingresa a las lagunas, debido a que la demanda de DBO_5 y Coliformes fecales, presentes en el líquido, decae drásticamente luego de circular el mismo por ambas lagunas (facultativa y de maduración), es por esto que el impacto positivo es de carácter alto.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 175 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



El paisaje local en el terreno en el cual se encuentran las lagunas va a decaer debido al rechazo visual que tienen las mismas a simple vista por el aspecto del líquido que contienen; el uso de suelo actual (agricultura de cereales y oleaginosas) que será interrumpido para dar lugar a la excavación de lagunas para el tratamiento de los efluentes, estos dos factores tienen un impacto negativo de carácter moderado.

La calidad de vida de la población se verá favorecida debido a que ya no deben lidiar con todos los perjuicios que el tratamiento de líquidos con pozos absorbentes contiene. Por otro lado, se podrá aprovechar el agua tratada para riego o mantenimiento de espacios verdes que mejoran el paisaje en la localidad; y por último la estructura ocupacional debido a la etapa de operación de las lagunas que favorece la generación de empleos para el mantenimiento y control que estas requieren, son impactos positivos de carácter Alto.

- Generación de fangos: Los mismos aparecen por la acumulación de sólidos provenientes de efluentes en las rejillas de desbaste, tanto antes de la estación de bombeo como en el ingreso a las lagunas de tratamiento. La acumulación de estos fangos puede emanar altos niveles de olores en sus alrededores, es por esto que deben tomarse medidas de mitigación para el acopio y posterior aprovechamiento de los mismos; por otro lado, referido a la calidad del suelo, con los fangos tratados con métodos de generación de compost, pueden aprovecharse para enriquecer la calidad del suelo en espacios verdes debido al alto contenido de microorganismos y componentes químicos como nitrógeno que son fertilizantes; el Paisaje se relaciona con el mejoramiento de la calidad del suelo con el correcto aprovechamiento de los fangos, como se explica en el apartado anterior.
- Evacuación de efluentes tratados: Esta acción abarca los posibles destinos que tendrá el líquido tratado por ambas lagunas. Los factores beneficiados por esta acción son los siguientes: Calidad del suelo, donde el riego de cultivos, de los espacios verdes y caminos de tierra en la localidad provoca una mejora en la calidad del suelo favoreciendo el crecimiento de la flora y ahorro de grandes volúmenes de agua; la Calidad del agua, si el

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 176 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



destino de estos efluentes tratados es un cuerpo de agua natural como pueden ser ríos o lagunas, la calidad de agua de estos cuerpos no se verá afectada debido al mínimo nivel de Coliformes fecales y demanda de DBO_5 que contiene el líquido; la flora, si el destino de los líquidos tratados es el riego de espacios verdes, esto favorece el desarrollo de la flora en los mismos; y por último el paisaje, utilizar los efluentes tratados como riego trae consigo una mejora del nivel paisajístico de los espacios verdes. Todos son impactos positivos de carácter medio o alto.

- Servicio de la red cloacal: Este ítem abarca la operación de todo el sistema de red cloacal, estación de bombeo y planta de tratamientos. La Calidad del suelo en la localidad es beneficiada con la operación del servicio de red cloacal, ya que dejan de derivarse desechos sin tratamiento en cada uno de los lotes de la localidad, para ser destinados a un espacio preparado para el tratamiento de los mismos. Además, en cuanto a la aptitud del suelo, con el tiempo, este recupera su capacidad de absorción (colapsada por el sistema de pozos absorbentes) y su capacidad portante; La calidad del agua en el nivel freático comienza a mejorar debido a que los efluentes se derivan al sistema de red cloacal, evitando toda contaminación posible con el ascenso de las napas. Estos impactos positivos tienen un carácter de importancia alto en el proyecto.

En cuanto a la Infraestructura y servicios, la provisión de un sistema de red cloacal, eleva el nivel de infraestructura general que tiene la localidad, esto trae a su vez, otros beneficios socioeconómicos; En cuanto a la renta, con la provisión de un sistema de red cloacal, se eleva el precio de los inmuebles en la localidad, mejorando la rentabilidad de los mismos.

Con respecto a Finanzas y sector público, durante la vida útil de la red, se genera un ingreso al ente que la controla a través del cobro de un impuesto por el servicio.

En cuanto a la calidad de vida, todos los beneficios ya descritos que trae consigo el servicio de red cloacal, aumenta su nivel general en toda la población de la localidad.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 177 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Costo del proyecto: Este ítem abarca el costo total del servicio de red cloacal, incluyendo la estación de bombeo y la planta de tratamientos. El único factor que se ve impactado de manera negativa, con una importancia severa es el de Finanzas y sector público, donde para la municipalidad o el ente público que afronte la obra, el costo de proyecto impacta negativamente y con gran intensidad en el corto plazo. Por lo que se deben estudiar formas de financiación o resistencia de una posible deuda generada por el proyecto.

Por último, en cuanto a estructura ocupacional, debido a todos los controles que se necesitan durante la vida útil del servicio, que garantizan su correcto funcionamiento, es probable que se generen empleos para los habitantes de la población.

XIII.3.B – CONCLUSIÓN MATRIZ DE IMPORTANCIA

Como conclusión del estudio de impacto ambiental, plasmado en una matriz de impacto, en primera instancia se puede ver que, en el proyecto, la mayoría de los impactos generados en el entorno son negativos, siendo un 35% de importancia compatible (mínima), seguida de un 33% de impactos moderados, un 30% de impactos positivos y un 2% de impactos severos.

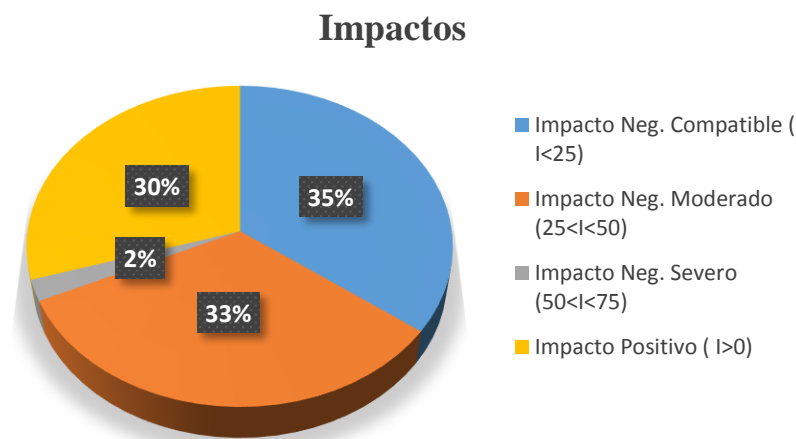


Figura 58 - Distribución porcentual de impactos

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 178 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



La mayoría de acciones realizadas generan un impacto negativo en el entorno, aunque vale la pena destacar, que esa mayoría de acciones “negativas” se dan en la etapa de construcción del proyecto, es decir, con un plazo de duración relativamente corto; y luego en la etapa de operación predominan las acciones de impacto positivo en el entorno, con un plazo de duración igual a la vida útil del proyecto (Largo plazo).



Figura 59 - Porcentaje de acciones

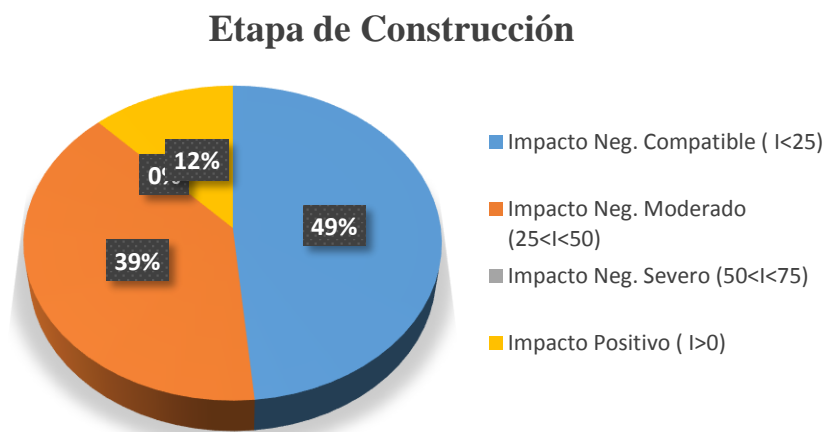


Figura 60 - Impactos en la etapa de construcción

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 179 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |

Etapa de Operación

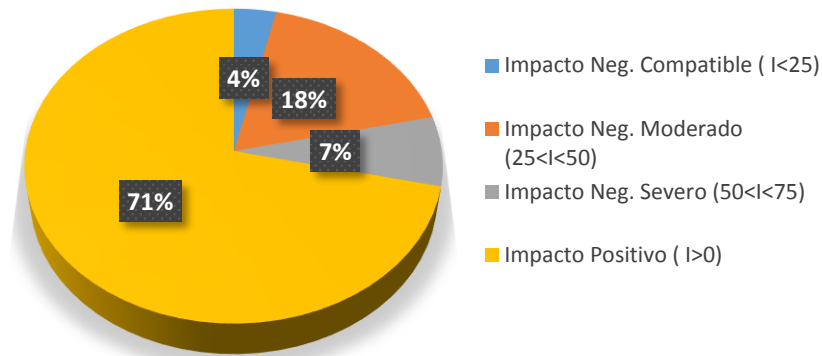


Figura 61 - Impactos en la etapa de operación

Es importante recalcar también, que la mayoría de los impactos negativos que se generan en el proyecto, tanto en la etapa de construcción como en la de operación, son de importancia moderada o compatible, los únicos impactos negativos severos que se presentan, son el nivel de olores generado en la etapa de tratamiento de efluentes (lagunas) y el costo total del proyecto. El impacto en la acción de tratamientos de efluentes puede atenuarse mediante medidas de mitigación. Por otro lado, el costo del proyecto se puede afrontar con distintos métodos de financiación de deudas para disminuir su intensidad.

Se puede apreciar también en los gráficos que, de los factores más afectados, son los naturales los que más impactos negativos de importancia moderada tienen, seguidos de los factores negativos compatibles (mínimos) y de los factores positivos. Mientras que en los factores socio-económicos abundan más los factores negativos compatibles o mínimos, seguidos de los factores positivos.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 180 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Factores Naturales

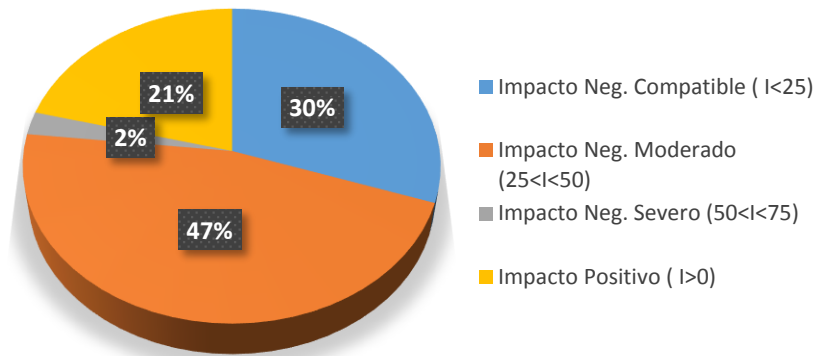


Figura 62 - Impactos sobre factores naturales

Factores Socio-Económicos

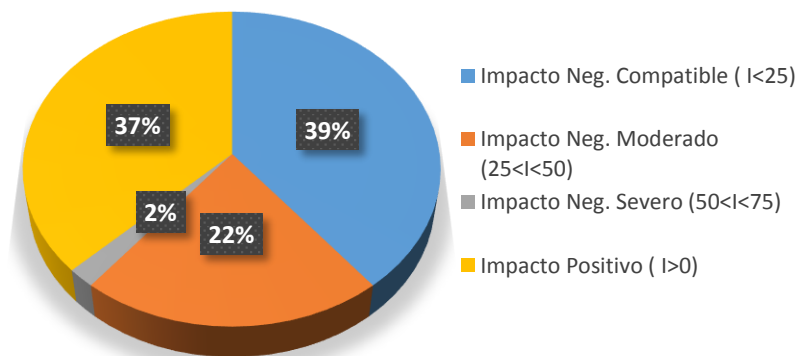


Figura 63 - Impactos sobre factores socio-económicos

Se puede finalizar la conclusión entonces, que con las correctas medidas de mitigación en la etapa de construcción del proyecto, su realización se vuelve muy viable ya que a largo plazo trae muchos beneficios para la sociedad y esto se verá reflejado en su calidad de vida.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 181 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XIII.4 – MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO

De acuerdo al Manual de evaluación y gestión ambiental de obras civiles (Dirección nacional de vialidad, 2007), las medidas de mitigación son acciones que se ejecutan para minimizar los impactos ambientales negativos generados por el proyecto, las cuales pueden ser de prevención, control, restauración, compensación, entre otras.

Tal como establece Vicente Conesa F. Vitora (2010), en función de la manera de corregir impactos, algunas medidas de mitigación se diferencian en las siguientes:

- Medidas preventivas: Son aquellas que buscan impedir o evitar la aparición del efecto negativo del proyecto.
- Medidas correctoras: Se ejecutan sobre aquellas acciones de impacto recuperable, las cuales se encargan de modificar las acciones y los efectos durante la etapa de construcción y funcionamiento.
- Medidas de restauración: Aquellas que buscan reponer las características del factor impactado devolviéndolo al estado que se encontraba previo al proyecto.
- Medidas de compensación: Son medidas de impactos irreversibles, irrecuperables o inevitables las cuales no impiden la aparición del efecto, pero son compensadas con otras acciones que generan un impacto positivo (ej., creación de zonas verdes).

En primer lugar, se debe procurar actuar en la medida de prevenir lo máximo posible las acciones que lleven a impactos negativos sobre el medio ambiente y la calidad de vida de las personas. Cuando esto resulte difícil o inevitable, buscar un plan de acción para poder atenuar y compensar dichos impactos de la mejor manera posible siempre y cuando el resultado final del proyecto resulte beneficioso y no perjudicial para el medio y las personas.

Las medidas de mitigación que a continuación se proponen fueron consultadas del Manual de gestión socio-ambiental para obras de construcción (Área Metropolitana del Valle de Aburrá;

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 182 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Secretaría del Medio Ambiente de Medellín; Empresas Públicas de Medellín, 2009), de Informes técnicos detallados en la bibliografía, material de cátedra y prácticas comunes.

Contaminación atmosférica

Las tres principales fuentes de contaminación que se tuvieron en cuenta a la hora de analizar el impacto en el aire son la emisión de material articulado, generación de ruido y vibraciones y nivel de olores.

Emisión de material particulado

Para reducir el impacto o cantidad de material particulado en el aire se recomienda:

- Demarcar los frentes de obra con un vallado adecuado (por ej. uso de malla poli sombra), lo cual evita el esparcimiento del material particulado;
- Cubrir adecuadamente los materiales de construcción de la acción del aire y agua;
- Evitar el almacenamiento de materiales de construcción, excavación sobrante y materiales de obra que puedan originar la emisión de material particulado en espacios públicos;
- Barrer y humedecer periódicamente las vías y los materiales que se encuentran en la obra, ya que evita la emisión de material particulado, así mismo, lavar las llantas de las maquinarias y vehículos que circulen por la obra. Evitar cuando sea posible el uso de agua potable. El agua de lluvia recolectada de los techos en una buena opción;
- Proteger los materiales de construcción bajo techo cuando sea posible;
- Utilizar agua durante los procesos de demolición y corte de materiales;
- Pavimentar las zonas a demoler cuanto antes se pueda a fin de evitar el esparcimiento de material particulado;
- Durante eventos con fuertes vientos, suspender aquellas actividades que generen mucho material particulado.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 183 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Generación de ruido

Como primera instancia se debe intentar reducir lo máximo posible el ruido de la fuente emisora siempre y cuando sobrepase los niveles admisibles que puedan afectar la salud. De no ser posible, intentar minimizarlo mediante la instalación de barreras sonoras.

- Buscar trabajar en jornadas diurnas y acordes a las costumbres del lugar en periodos cortos de tiempo;
- Organizar el tiempo de ruido continuo y de descanso en plazos de similar duración;
- Establecer un horario único para la carga y descarga de materiales;
- Verificar que las maquinarias y vehículos contemplen los silenciadores correspondientes;
- Evitar la circulación simultánea de camiones o maquinarias realizando un cronograma de tareas;
- Comunicarse con los vecinos con anticipación previa a la generación de ruidos molestos.

Contaminación y alteración del suelo

Para evitar y minimizar el impacto sobre el suelo ya sea en cuanto a su calidad, estabilidad y aptitud se propone:

- Realizar las mezclas de hormigón o morteros sobre plataformas para evitar la contaminación del suelo;
- Evitar los derrames de aceites y combustibles de los camiones y maquinarias colocando barreras de recolección sobre la superficie y realizarles el mantenimiento correspondiente ITV (Inspección técnica vehicular) antes de empezar a utilizarlos, lo cual también prevé la contaminación del aire por emisión de gases de combustión;
- En caso de derrames, extraer la capa de suelo contaminada y actuar de acuerdo a las normas correspondientes en cuanto a retiro y disposición final;

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 184 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Planificar vías y áreas de circulación para disminuir la compactación del suelo producido por el movimiento de camiones y maquinarias, lo cual genera una alteración en la permeabilidad natural del mismo.

Fauna, flora y paisaje

Antes de realizar la limpieza de los terrenos es necesario identificar dónde se realizará acción y la flora y fauna existente para poder prever y minimizar los impactos negativos que se puedan generar. Se proponen como medidas a tener en cuenta para atenuar los impactos sobre estos factores las siguientes:

- A medida que se realiza la obra restaurar de manera paralela al avance mediante la siembra de vegetación y árboles para minimizar la alteración sobre el medio natural y el paisaje;
- Procurar sembrar especies locales y compatibles con el entorno;
- Reutilizar en lo posible la capa orgánica del suelo extraído para conformación de zonas verdes;
- Proteger con cerramientos los árboles que se encuentren en la obra y cercanos a ella, evitando así la mezcla con escombros y cualquier otro residuo que pueda afectarlo;
- Reforestar y parquear en lo posible zonas afectadas por la obra con el fin de compensar impactos sobre el medio natural;
- Reutilizar la capa orgánica de suelo extraída, la cual puede ser útil para la re-parquización.

A continuación, se presentan medidas de mitigación respecto a acciones particulares llevadas a cabo en el proyecto que causan impactos sobre el medio.

Limpieza del terreno

- Utilizar las prácticas que se consideren más adecuadas a la hora de extraer la vegetación existente y nivelar el terreno para minimizar el impacto;
- Evitar la quema de los residuos de vegetación extraída;

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 185 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Evitar extracciones de vegetación innecesaria, en caso de que ocurra, reponerla de acuerdo a normas vigentes.

Instalación del obrador

- Previo a la ejecución del proyecto seleccionar cuidadosamente el espacio donde se ubicará para reducir la necesidad de transporte en la obra;
- Realizar obras drenaje adecuadas para evitar procesos erosivos y esparcimiento de agua contaminada;
- Distribuir elementos para el almacenamiento de agua de lluvia proveniente de los techos para así minimizar el uso de agua potable;
- Realizar una separación adecuada de residuos (de construcción, de excavación, RSU, residuos reciclables, residuos reutilizables, residuos peligrosos, entre otros);
- Evitar cuando sea posible la ubicación del mismo sobre espacios públicos;
- Asegurarse de mantener una correcta limpieza e higiene para evitar tanto la contaminación del entorno como el impacto visual;

Movimiento de equipos maquinarias y camiones

- Realizar obras para el montaje de maquinarias y camiones para prevenir la contaminación del suelo;
- La planificación de las áreas de circulación también llevan a minimizar el efecto barrera, riesgos de accidentes y la alteración de la dinámica poblacional (por ej. acceso a comercios, instituciones como colegios, centros sanitarios, etc.).
- Transportar los materiales con camiones totalmente cubiertos (ej. con lonas) evitando el desperdicio y dispersión de material particulado en el recorrido.

Cortes y desvío del tránsito

- A la hora de desviar el tránsito hacerlo de manera anticipada;

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 186 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Definir senderos peatonales y separar en vías de circulación vehicular correspondiente a obra y transporte cotidiano a través de una clara y adecuada señalización;
- Implementar de ser posible rutas alternativas de acceso;

Señalización

- Utilizar durante de la etapa de operación la correspondiente señalización regulada por los organismos competentes;
- Disponer de señalización de visibilidad tanto diurna como nocturna ya que la obra tiene lugar en un área urbana y señalando siempre la labor que se está efectuando;
- Delimitar de manera total el área de trabajo para evitar la circulación de personas y vehículos que no correspondan a la obra con el fin de evitar accidentes;
- Colocar las señales teniendo en cuenta el sentido de la vía de circulación;
- Programar la obra de tal forma que facilite el tránsito peatonal acceso a instituciones, comercios, hogares, etc.;
- Mantener la señalización siempre limpia y en un lugar de fácil visibilidad;
- Al realizar la excavación para la colocación de cañerías, aislar totalmente el área excavada y colocar avisos preventivos e informativos;
- Al finalizar la obra retirar la señalización cuando corresponda.

Excavación, colocación de cañerías y compactación

- La ubicación del mismo debe ser tal que no interfiera con el tráfico peatonal y vehicular;
- Organizar las tareas de excavación y movimientos de suelo para que sean solamente las necesarias para minimizar el daño medio natural, los procesos erosivos, las emisiones de material particulado y movimiento de maquinarias;
- Evitar compactar y nivelar espacios donde el suelo no es utilizado para evitar afectar la calidad del suelo.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 187 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Acopio y descarga de materiales

- Buscar un espacio donde almacenar los materiales, remoción de excavaciones y cubrirlo adecuadamente para evitar la emisión del mismo (por ej. a través de plásticos, lonas impermeables y contenedores para almacenamiento);
- El almacenamiento prolijo y controlado permite menor desperdicio de materiales y mayor agilidad en el desarrollo de trabajo, logrando efectuar las tareas de manera más eficiente;
- Tener en cuenta en el plan de avance de obra el cálculo de material de acuerdo a las cantidades demandadas, evitando almacenamientos y consumos innecesarios;
- Tener en frente de obra solamente los materiales que se utilizarán durante la jornada de trabajo, el resto mantenerlo en el espacio de almacenamiento;
- Evitar la circulación de materiales o escombros en zonas residenciales y durante horas pico.

Tareas de albañilería

- Si se deben realizar mezclas de morteros en el sitio de la obra, hacerlo sobre una superficie metálica o algún material que no permita que haya contacto con el suelo. No realizar la mezcla directamente sobre el suelo.

Generación de RSU

- Deben ser almacenados y entregados a la empresa recolectora o generar una Programa de manejo de residuos de obra y actuar de acuerdo al mismo. No deben mezclarse con residuos de construcción y demolición;
- Contar con la disponibilidad adecuada de medios de almacenamiento de residuos que serán generados en la obra.

Residuos de construcción

- Separar los residuos de construcción y clasificarlos según su origen (hormigón, suelo, agregados pétreos, maderas, etc.) para luego realizar la disposición final adecuada;

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 188 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Reutilizar siempre que se puedan los residuos de construcción, como ser en senderos peatonales;
- No utilizar zonas verdes para el almacenamiento temporal de escombros;
- Permanente evacuación de escombros;
- Generar un plan de tratamiento y disposición de residuos peligrosos de acuerdo a las normas vigentes.

Tratamiento de efluentes

- Colocar una cortina arbórea perimetral a la planta de tratamiento, con el objetivo de mejorar el aspecto paisajístico y atenuar la generación de olores proveniente de la misma debido a la acción de vientos, como así también los impactos negativos que implica la remoción de vegetación en el espacio destinado a la planta de tratamiento;
- Reutilizar los lodos como abono orgánico para la reforestación.

Capacitación, seguridad e higiene

Se recomienda la capacitación de todo el personal de obra y contar con medidas de contingencia en caso de accidentes y la instalación de carteles y avisos informativos e instructivos. Asimismo, cumplir con las normas ambientales de higiene y seguridad vigentes.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 189 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XIV. – CONCLUSIONES

Luego de haber ejecutado una exposición completa de todo el proyecto, se puede decir que se alcanzaron los objetivos y metas propuestos en un principio.

Se logró proyectar una red cloacal con una vida útil de al menos 30 años, pudiendo ser más si el crecimiento de la localidad es más lento del estipulado.

A medida que se fue investigando, grandes desafíos fueron surgiendo, como ser el hecho de que la localidad no poseía un plano de relevamiento altimétrico, lo que llevó a realizar tareas de campo, pudiendo afianzar los conocimientos brindados durante el cursado y dejar plasmado planos con relevamientos altimétricos para cualquier otro proyecto en la localidad que lo así requiera.

En base a esto, otro desafío fue encontrar un esquema de red que reduzca las tapadas lo máximo posible, para así poder abaratar los costos del proyecto.

Desde el punto de vista ambiental, como en los apartados anteriores se explicó detalladamente, es un proyecto sumamente beneficioso, por el simple hecho de que no se está devolviendo al medio ambiente agua contaminada, sino agua lista para su reutilización y aprovechamiento. Este aspecto es muy importante por el hecho de que el agua dulce es un recurso cada vez más escaso.

Realizando un análisis social y económico, el servicio de cloacas representa una gran mejora en términos de calidad de vida para los habitantes de la localidad y además genera un aumento en el precio de los inmuebles que cuentan con este servicio.

Analizando el proyecto desde el lado estudiantil, este proyecto permitió fortalecer los conocimientos adquiridos durante el cursado, en todas las etapas del mismo, abarcando materias como Topografía, Estadística, Ingeniería Sanitaria, Mecánica de los fluidos, Cálculo estructural, Máquinas y equipos, Organización de obras, Ingeniería legal, Geotecnia y Gestión Ambiental.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 190 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



Por otro lado, también permitió adquirir experiencia práctica en el entorno en el cual se desempeña un Ingeniero civil, manteniendo contacto con otros profesionales y/o empleados del rubro de la construcción.

Por último, desde el punto de vista del estudiante de la Universidad Católica de Córdoba, este proyecto no solo sirve como formación profesional sino también como formación personal, permitiendo comprender la importancia de este tipo de proyectos para la sociedad, como así también la influencia y responsabilidad que tienen los ingenieros civiles como participantes en el bienestar de la misma, teniendo la obligación de estar actualizados en cuanto a conocimientos y tecnologías nuevas que surgen para facilitar su trabajo y que colaboran con mejorar la calidad de vida de la sociedad, protegiendo a su vez al medio ambiente.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 191 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XV. – BIBLIOGRAFÍA

- “Altos de Chipión” Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Altos_de_Chipi%C3%B3n - <https://www.municipalidad-argentina.com.ar/municipalidad-altos-de-chipion.html#>
- “Censos Nacionales y Provinciales” Disponible en: <https://estadistica.cba.gov.ar/>
- Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento (ENOHSA) (1993): “*Normas de estudio criterios de diseño y presentación de proyector de desagües cloacales para localidades hasta 30.000 habitantes*”.
- Agencia Córdoba Ambiente - Instituto nacional de tecnología agropecuaria (2006): “*Recursos naturales de la provincia de Córdoba. Los suelos*”.
- AGENCIA DE CORDOBA D.A.C.yT. – Dirección de ambiente (2003): “*Regiones Naturales de la Provincia de Córdoba*”.
- Visor GeoINTA. Disponible en <http://visor.geointa.inta.gob.ar/>
- AySA - Agua y Saneamientos Argentinos (2019): “*Criterios de diseño Hidráulico para desagües cloacales*”. Disponible en:
<http://apla.gov.ar/vxct22007.avnam.net/files/pdf/2019/11/cloacas.pdf>
- AySA – Agua y Saneamientos Argentinos (2010): “*Guías y criterios técnicos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca*”. Disponible en:
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aysa.pdf>
- AySA – Agua y Saneamientos Argentinos (2006): “*Especificaciones técnicas y generales – Provisión de Agua – Desagües Cloacales*”. Disponible en:
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aysa.pdf>
- Gobierno de la Provincia de Córdoba – Ministerio de Agua, Ambiente y Energía – Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación (2013): “*Normas para la presentación y diseño de sistemas y obras hidráulicas en la provincia de Córdoba*”. Disponible en:
<https://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2013/09/Normas->

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 192 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



presentaci%C3%B3n-Proyectos-Secretaria-de-Recursos-H%C3%ADricos-versi%C3%B3n-2013.pdf

- Universidad Tecnología Nacional: “*Apuntes Ingeniería Sanitaria – Recopilación Ing. Esteban Díaz*”. Capítulo 9: “*Red de colectoras cloacales*”.
- Universidad Católica de Córdoba. Apuntes de cátedra de las materias: Topografía I y II, Ingeniería Sanitaria, Cálculo Estructural I y II, Mecánica de los fluidos, Gestión Ambiental.
- Catálogo serie de bombas Flygt N. Disponible en: https://cdn.website-editor.net/9ade7af63e6341c784b94b7a24e7f201/files/uploaded/Bombas_Autolimpiante_s_Serie_N.pdf
- INTI, CIRSOC 201-2005: “*Reglamento Argentino de estructuras de Hormigón*”.
- Montoya Jiménez P., A. García Meseguer, F. Morán Cabré (2000): “*Hormigón Armado*”.
- Metcalf & Eddy (1995): “*Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*”.
- Poder Ejecutivo de Córdoba. Anexo Único: “*Reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial*”. Disponible en: <http://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2016/07/847-dec.pdf>
- Cortés Martínez, Facundo, & Luévanos Rojas, Arnulfo, & Luévanos Rojas, Ramón, & Uranga Sifuentes, Armando César, & Ávila Garza, Claudia Mayela, & González Barrios, José Luis (2011). *Diseño de Lagunas de Estabilización en Serie con Diferentes configuraciones. (Caso Comarca Lagunera Estado de Durango, México)*. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 5(3). ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1939/193921377001>
- V. Conesa Fdez. – Vitora (2010): “*Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental*”.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 193 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



- Legislatura de la Provincia de Córdoba - Ley 10208: “*Política ambiental Provincial*”. Disponible en: <https://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2014/07/LEY-DE-POLITICA-AMBIENTAL-DE-LA-PCIA-10208.pdf>
- Dirección Nacional de Vialidad (2017): “*Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales*”. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Secretaría de Obras Públicas. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/seci_completo.pdf
- Instituto Misionero de Agua y Saneamiento. Plan Director de Saneamiento Urbano (2013): “*Sistema de Desagües Cloacales para la localidad de Aristóbulo del Valle Misiones – Argentina*”. “*Estudio de Impacto Social y Ambiental*”.
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa). Programa de agua potable y saneamiento en centros urbanos y suburbanos (2018): “*Estudio de impacto ambiental y social “Plan director del sistema de desagües cloacales de la ciudad de General Roca, Río Negro*”.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, Empresas Públicas de Medellín (2009): “*Manual de gestión socio – ambiental para obras en construcción*”.
- Mario E. Chandías (2006): “*Cómputos y presupuestos*”. “*Manual para la construcción de edificios con computación aplicada*”.

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 194 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XVI. – ANEXOS

XVI.1 – PLANILLA RELEVAMIENTO ALTIMÉTRICO

| Estación | Altura Instrumental hi (m) | Punto | Lectura Δh (m) | Cota (m) | Estación | Altura Instrumental hi (m) | Punto | Lectura Δh (m) | Cota (m) |
|----------|----------------------------|----------------|----------------|----------|----------|----------------------------|----------------|----------------|----------|
| E1 | 1,36 | E1 | - | 10,00 | E10a | 1,49 | Pto paso en 15 | 1,31 | 9,58 |
| | | 1 | 1,26 | 10,10 | | | 15a | 1,62 | 9,45 |
| | | 2 | 1,22 | 10,14 | | | 22 | 1,25 | 9,82 |
| | | 3 | 1,2 | 10,16 | E11 | 1,46 | Pto paso en 1 | 1,49 | 10,13 |
| | | 4 | 1,54 | 9,82 | | | 17 | 1,26 | 10,33 |
| | | 5 | 1,47 | 9,89 | | | 2 | 1,45 | 10,14 |
| | | 6 | 1,35 | 10,01 | E12 | 1,42 | Pto paso en 2 | 1,44 | 10,16 |
| | | 6' | 1,44 | 9,92 | | | 12 | 1,82 | 9,76 |
| E2 | 1,26 | Pto paso en 5 | 1,43 | 10,06 | | | 18 | 1,37 | 10,21 |
| | | 6 | 1,3 | 10,02 | E13 | 1,37 | Pto paso en 2 | 1,48 | 10,25 |
| | | 7 | 1,08 | 10,24 | | | 17 | 1,31 | 10,31 |
| E3 | 1,38 | 7 | 1,72 | 10,58 | | | 19 | 1,27 | 10,35 |
| | | 7a | 1,77 | 10,19 | E14 | 1,44 | 10 | 1,56 | 10,20 |
| E4 | 1,38 | Pto paso en 7a | 1,37 | 10,18 | | | 16 | 1,58 | 10,06 |
| | | 7b | 1,28 | 10,28 | | | 17 | 1,31 | 10,33 |
| E5 | 1,37 | Pto paso en 1 | 1,31 | 10,04 | | | 20 | 1,37 | 10,27 |
| | | 6 | 1,41 | 10,00 | E15 | 1,36 | 15 | 1,52 | 9,92 |
| | | 8 | 1,5 | 9,91 | | | 21 | 1,06 | 10,22 |
| E6 | 1,3 | Pto paso en 1 | 1,32 | 10,12 | | | 22 | 1,45 | 9,83 |
| | | 9 | 1,21 | 10,21 | | | 23 | 1,66 | 9,62 |
| | | 10 | 1,33 | 10,09 | | | 23' | 1,5 | 9,78 |
| | | 11 | 1,54 | 9,88 | | | 16 | 1,23 | 10,05 |
| E7 | 1,43 | Pto paso en 11 | 1,01 | 9,46 | E16 | 1,47 | 21 | 1,15 | 9,90 |
| | | 8 | 1,01 | 9,88 | | | 24 | 0,93 | 10,44 |
| | | 12 | 1,29 | 9,60 | | | Baden 1 | 1,78 | 9,59 |
| E8 | 1,39 | Pto paso en 11 | 1,16 | 9,65 | | | Baden 2 | 1,75 | 9,62 |
| | | 12 | 1,43 | 9,61 | E17 | 1,38 | 16 | 1,4 | 10,08 |
| | | 13 | 1,53 | 9,51 | | | 21 | 1,25 | 10,21 |
| | | 14 | 1,57 | 9,47 | | | 25 | 0,82 | 10,64 |
| | | 15 | 1,27 | 9,77 | | | Pto referencia | 1,27 | 10,19 |
| E9 | 1,3 | Pto paso en 14 | 1,25 | 9,42 | E18 | 1,31 | 17 | 1,2 | 10,22 |
| | | 12 | 1,12 | 9,60 | | | 20 | 1,28 | 10,25 |
| | | 9a | 1,3 | 9,42 | | | 26 | 0,85 | 10,68 |
| E10 | 1,23 | Pto paso en 11 | 1,31 | 9,96 | E19 | 1,41 | 19 | 1,51 | 10,45 |
| | | 15 | 1,43 | 9,76 | | | 28 | 1,35 | 10,51 |
| | | 10 | 1,11 | 10,08 | | | 19 | 1,68 | 10,18 |
| | | 16 | 1,14 | 10,05 | | | 27 | 1,33 | 10,53 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 195 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



| Estación | Altura Instrumental hi (m) | Punto | Lectura Δh (m) | Cota (m) | Estación | Altura Instrumental hi (m) | Punto | Lectura Δh (m) | Cota (m) |
|----------|-------------------------------|----------------|---------------------------|-------------|----------|-------------------------------|----------------|---------------------------|-------------|
| E20 | 1,39 | 19 | 1,68 | 10,64 | E30 | 1,41 | 42 | 1,41 | 10,1 |
| | | 27 | 1,45 | 10,58 | | | 32a | 1,38 | 10,13 |
| | | 29 | 1,37 | 10,66 | | | 43 | 1,7 | 9,81 |
| | | Pto referencia | 1,64 | 10,39 | | | Pto referencia | 1,73 | 9,78 |
| | | 33 | 1,33 | 10,70 | | | 30a | 1,67 | 9,84 |
| E21 | 1,5 | 20 | 2,19 | 10,96 | E31 | 1,4 | 34 | 1,18 | 10,19 |
| | | 30 | 1,46 | 11,00 | | | 40 | 1,62 | 9,97 |
| | | 35 | 1,46 | 11,00 | | | 44 | 1,31 | 10,28 |
| E22 | 1,36 | 21 | 1,5 | 10,36 | | | 45 | 1,5 | 10,09 |
| | | 31 | 1,13 | 10,59 | | | 42 | 1,5 | 10,09 |
| | | 37 | 1,08 | 10,64 | | | Pto referencia | 1,44 | 10,15 |
| E24 | 1,4 | 26 | 1,4 | 10,68 | E32 | 1,41 | 36 | 1,27 | 10,26 |
| | | 33 | 1,41 | 10,67 | | | 39 | 1,66 | 10,01 |
| | | 34 | 1,67 | 10,41 | | | 46 | 1,55 | 10,12 |
| | | 35 | 1,13 | 10,95 | | | 40 | 1,71 | 9,96 |
| E25 | 1,31 | 25 | 1,51 | 10,84 | | | Pto referencia | 1,48 | 10,19 |
| | | 35 | 1,21 | 10,94 | E33 | 1,47 | 39 | 1,34 | 9,88 |
| | | 36 | 1,77 | 10,38 | | | 38 | 1,35 | 10 |
| | | 37 | 1,57 | 10,58 | | | 47 | 1,63 | 9,72 |
| | | Pto referencia | 1,67 | 10,48 | E34 | 1,46 | 39 | 1,3 | 9,86 |
| E26 | 1,35 | 24 | 1,44 | 10,53 | | | 46 | 1,14 | 10,18 |
| | | 37 | 1,3 | 10,58 | | | 47 | 1,64 | 9,68 |
| | | 38 | 1,88 | 10,00 | | | 48 | 1,4 | 9,92 |
| | | 38a | 2,02 | 9,86 | E35 | 1,4 | 40 | 1,32 | 9,89 |
| | | Pto referencia | 1,89 | 9,99 | | | 46 | 1,1 | 10,19 |
| E27 | 1,39 | 27a | 1,48 | 10,23 | | | Pto referencia | 1,59 | 9,70 |
| | | 36 | 1,22 | 10,4 | E36 | 1,44 | 42 | 1,58 | 10,24 |
| | | 38a | 1,76 | 9,86 | | | 45 | 1,54 | 10,14 |
| | | 39 | 1,59 | 10,03 | | | 50 | 1,52 | 10,16 |
| E28 | 1,32 | 34 | 1,1 | 10,19 | | | Pto referencia | 1,33 | 10,35 |
| | | 36 | 1,11 | 10,40 | E37 | 1,49 | 43 | 1,78 | 10,07 |
| | | 40 | 1,53 | 9,98 | | | 50 | 1,21 | 10,35 |
| E29 | 1,43 | 29a | 1,58 | 10,35 | | | 37a | 1,47 | 10,09 |
| | | 34 | 1,37 | 10,41 | E37' | 1,45 | 37a | 1,44 | 10,08 |
| | | 32 | 1,57 | 10,21 | | | 37b | 1,42 | 10,11 |
| | | 41 | 1,54 | 10,24 | E38 | 1,46 | 45 | 1,54 | 10,22 |
| | | 42 | 1,68 | 10,1 | E39 | 1,42 | 46 | 1,18 | 9,95 |
| | | 32a | 1,65 | 10,13 | E40 | 1,41 | 47 | 1,43 | 9,7 |
| | | Pto referencia | 1,55 | 10,23 | | | 40a | 1,58 | 9,53 |
| | | 33 | 1,08 | 10,7 | E41 | 1,46 | 49 | 1,78 | 9,77 |
| | | | | | | | 41a | 1,32 | 9,91 |
| | | | | | E41' | 1,47 | 41a | 1,4 | 9,84 |
| | | | | | | | 41b | 1,53 | 9,78 |
| | | | | | E42 | 1,52 | 31 | 1,22 | 10,22 |
| | | | | | E43 | 1,46 | 30 | 0,76 | 10,26 |
| | | | | | E44 | 1,5 | 29 | 1,25 | 10,35 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 196 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



XVI.2 – DIAGRAMA DE GANTT

Tabla 27 - Diagrama de gantt cuadrilla norte

| | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Tramo | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Tramo | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | Tramo | 25 | 26 | 27 | Tramo | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | | |
| A83 | | | | | | | | | A88 | | | | | | | | | A28 | | | | | | | | | R5 | | | | A44 | | | | | | | | | | | | |
| A84 | | | | | | | | | A2 | | | | | | | | | A27 | | | | | | | | | R4 | | | | A45 | | | | | | | | | | | | |
| A85 | | | | | | | | | A12 | | | | | | | | | A26 | | | | | | | | | R3 | | | | A46 | | | | | | | | | | | | |
| V1 | | | | | | | | | A89 | | | | | | | | | A96 | | | | | | | | | R2 | | | | A47 | | | | | | | | | | | | |
| V2 | | | | | | | | | A90 | | | | | | | | | A97 | | | | | | | | | R1 | | | | A47' | | | | | | | | | | | | |
| V3 | | | | | | | | | A91 | | | | | | | | | A98 | | | | | | | | | | | | | A52 | | | | | | | | | | | | |
| V4 | | | | | | | | | A92 | | | | | | | | | A35 | | | | | | | | | | | | | A48 | | | | | | | | | | | | |
| V5 | | | | | | | | | A11 | | | | | | | | | A99 | | | | | | | | | | | | | A48´ | | | | | | | | | | | | |
| V6 | | | | | | | | | A10 | | | | | | | | | A100 | | | | | | | | | | | | | A51 | | | | | | | | | | | | |
| R9 | | | | | | | | | A9 | | | | | | | | | A101 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R8 | | | | | | | | | A20 | | | | | | | | | A34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R7 | | | | | | | | | A93 | | | | | | | | | A33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | | | | | | | | A94 | | | | | | | | | A41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A3 | | | | | | | | | A95 | | | | | | | | | A42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A86 | | | | | | | | | A19 | | | | | | | | | A43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A87 | | | | | | | | | A18 | | | | | | | | | R6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 197 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 28 - Diagrama de gantt cuadrilla sur

| | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Tramo | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Tramo | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | Tramo | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | | |
| A54 | | | | | | | | | A7 | | | | | | | | | A16 | | | | | | | | | A75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A55 | | | | | | | | | A8 | | | | | | | | | A15 | | | | | | | | | A76 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A56 | | | | | | | | | A49 | | | | | | | | | A14 | | | | | | | | | A77 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A57 | | | | | | | | | A4 | | | | | | | | | A21 | | | | | | | | | A50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A58 | | | | | | | | | A59 | | | | | | | | | A69 | | | | | | | | | A30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V7 | | | | | | | | | A60 | | | | | | | | | A70 | | | | | | | | | A31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V8 | | | | | | | | | A61 | | | | | | | | | A71 | | | | | | | | | A32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V9 | | | | | | | | | A62 | | | | | | | | | A72 | | | | | | | | | A37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V10 | | | | | | | | | A63 | | | | | | | | | A102 | | | | | | | | | A36 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V11 | | | | | | | | | A17 | | | | | | | | | A25 | | | | | | | | | A78 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V12 | | | | | | | | | A13 | | | | | | | | | A24 | | | | | | | | | A79 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V13 | | | | | | | | | A64 | | | | | | | | | A23 | | | | | | | | | A80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| V14 | | | | | | | | | A65 | | | | | | | | | A22 | | | | | | | | | A81 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A56 | | | | | | | | | A66 | | | | | | | | | A29 | | | | | | | | | A82 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A5 | | | | | | | | | A67 | | | | | | | | | A73 | | | | | | | | | A40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A6 | | | | | | | | | A68 | | | | | | | | | A74 | | | | | | | | | A39 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A38 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 198 de 211 |
| <p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p> | | | |



Tabla 29 - Tareas en general

| | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Tareas en general | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | |
| | Estación de bombeo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tramo EB - Laguna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Excavación lagunas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Obras varias lagunas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | Revisión: 02 | Página 199 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |



XVI.3 – MATRICES PARA CADA ATRIBUTO

Tabla 30 - Matriz de Signos

| | | SIGNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|---------|-------------|---------|---------|----|------|----|-----------------------|-------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector publico | Calidad de vida | Dinamica pobacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad y salud de la poblacion | Seguridad y salud de operarios | |
| Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa de construcción | Limpieza de Terreno | -1 | -1 | | -1 | | | | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | | | | -1 | | 1 | | | | |
| | Demolicion del Hº | -1 | -1 | | | | | | | | -1 | -1 | | | | | -1 | -1 | 1 | -1 | | | |
| | Instalacion de obrador | -1 | -1 | -1 | -1 | | | | | | -1 | | | | | | | | 1 | | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | -1 | -1 | -1 | -1 | | | | | | -1 | | | | | | | | 1 | | -1 | -1 | |
| | Cortes y desvíos del transito | | | | | | | | | | | | | | | | | -1 | | | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | -1 | -1 | | | -1 | | | | | -1 | | -1 | | | | -1 | | 1 | -1 | -1 | -1 | |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| | Acopio y Descarga de materiales | | -1 | | | | | | | | -1 | | | | | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | -1 | -1 | | | | | | | | | | -1 | | | | | | 1 | | | -1 | |
| | Generación de RSU | | | -1 | -1 | | | | | | -1 | | | | | | -1 | | | | | | |
| Generación de efluentes sanitarios | | | -1 | -1 | | -1 | -1 | | | | | | | | | -1 | | | | | | | |
| Generación de Residuos de construcción | | -1 | | -1 | | | | | | -1 | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa de funciona | Pruebas Hidráulicas | | | | | -1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | -1 | | | | 1 | | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | -1 | -1 | -1 | | 1 | | | -1 | -1 | | | | | 1 | | 1 | | | | |
| | Generación de fangos | | | -1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | -1 | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 200 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 31 - Matriz de Intensidad

| | | INTENSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinámica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 2 | | | | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | | | 1 | | 2 | |
| | Demolicion del Hº | 8 | 2 | | | | | | | | 2 | | 2 | | | 1 | 2 | 4 | 2 |
| | Instalacion de obrador | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | 4 | | | | | | | 4 | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 8 | 4 | 2 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | 4 | 2 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 4 | 4 | | | 8 | | | | | 4 | | 4 | | | 1 | | 8 | 2 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 4 | | | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 2 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 4 | 2 |
| | Generación de RSU | | | 2 | 2 | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 2 | | 2 | 2 | | | | | | | | 1 | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 2 | | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| Etapas de funcionamiento | Pruebas Hidráulicas | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 8 | | | | | | | | | 8 | | 1 | | | 2 | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 8 | 4 | 4 | | 12 | | | 4 | 8 | | | | 8 | | 8 | |
| | Generación de fangos | | | 8 | 4 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 8 | | | 8 | 4 | | 4 | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 8 | | 8 | 12 | | | | | 12 | 4 | 2 | 8 | 4 | | |
| Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | 8 | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 201 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 32 - Matriz de Extensión

| | | EXTENSION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|-------|-------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinamica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad y salud de la poblacion | Seguridad y salud de operarios | |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | | | | | | | | | | | | | | Calidad |
| Etapa de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | | 1 | | 1 | | | |
| | Demolicion del Hº | 4 | 4 | | | | | | | | 4 | | 4 | | | 4 | 2 | 2 | 2 | | |
| | Instalacion de obrador | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 2 | | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | 2 | | 2 | 2 | |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 2 | 2 | | | 2 | | | | | 2 | | 2 | | | 1 | | 2 | 1 | 4 | 4 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | 8 | |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 |
| | Generación de RSU | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | |
| Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| Generación de Residuos de construcción | | 2 | | 1 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Etapa de funciona | Pruebas Hidráulicas | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 8 | | | | | | | | | 8 | | 2 | | | 1 | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 2 | 2 | 2 | | 4 | | | 2 | 2 | | | | 8 | | 2 | | | |
| | Generación de fangos | | | 1 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 2 | | | 2 | 2 | | 2 | | | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 8 | | 8 | 8 | | | | | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | | | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | 8 | | | | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 202 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 33 - Matriz de Momento

| | | MOMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinámica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | 4 | 4 | | 3 | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 4 | | 4 | |
| | Demolicion del Hº | 4 | 4 | | | | | | | | 4 | | 4 | | | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Instalacion de obrador | 4 | 4 | 3 | 3 | | | | | | 4 | | | | | | | 4 | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 4 | 4 | 4 | 2 | | | | | | 4 | | | | | | | 4 | 4 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 4 | 4 | | | 4 | | | | | 4 | | 4 | | | 4 | | 4 | 4 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 4 | | | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 4 | 4 | | | | | | | | | | 4 | | | | | 4 | 4 |
| | Generación de RSU | | | 4 | 4 | | | | | | 4 | | | | | 4 | | | |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | 3 | 3 | | 2 | 4 | | | | | | | | 3 | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 4 | | 3 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| Etapas de funcionamiento | Pruebas Hidráulicas | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 4 | | | | | | | | | 4 | | 4 | | | 4 | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 4 | 4 | 4 | | 4 | | | 4 | 4 | | | | 4 | | 4 | |
| | Generación de fangos | | | 4 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 2 | | | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 3 | | 3 | 3 | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 203 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 34 - Matriz de Persistencia

| | | PERSISTENCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|-------|-------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|---|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinamica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad y salud de la poblacion | Seguridad y salud de operarios | | |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | | | | | | | | | | | | | | Calidad | |
| Etapa de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | |
| | Demolicion del Hº | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| | Instalacion de obrador | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 1 |
| | Generación de RSU | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | |
| Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Generación de Residuos de construcción | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Etapa de funciona | Pruebas Hidráulicas | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 4 | 4 | 1 | | 4 | | | 4 | 4 | | | | 4 | | 4 | | | | |
| | Generación de fangos | | | 1 | 1 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 4 | | | 4 | 4 | | 4 | | | | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 4 | | 4 | 4 | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 204 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 35 - Matriz de Reversibilidad

| | | REVERSIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinámica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | |
| Etapa de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 2 | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | | | | | | |
| | Demolición del Hº | 1 | 1 | | | | | | | | 4 | 4 | | | | | | | |
| | Instalación de obrador | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 4 | 4 | | | | | | | |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 1 | | | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 1 | | | | | | | | | 4 | | | | | | | |
| | Generación de RSU | | | 1 | 1 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 2 | | 2 | 2 | | | | | | | | | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 1 | | 2 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| Etapa de funcionamiento | Pruebas Hidráulicas | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 2 | 2 | 2 | | 1 | | | 4 | 4 | | | | | | | |
| | Generación de fangos | | | 2 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 2 | | | 1 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 205 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 36 - Matriz de Recuperabilidad

| | | RECUPERABILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|-------|-------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinamica pobacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad y salud de la poblacion | Seguridad y salud de operarios | |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | | | | | | | | | | | | | | Calidad |
| Etapa de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 2 | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | | | | | |
| | Demolicion del Hº | 1 | 1 | | | | | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | |
| | Instalacion de obrador | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | | | | | | | |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Generación de RSU | | | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Etapa de funciona | Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 2 | | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 1 | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Pruebas Hidráulicas | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 1 | 2 | 2 | | 1 | | | 2 | 2 | | | | | | | | | |
| | Generación de fangos | | | 2 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 2 | | | 2 | 2 | | 2 | | | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 206 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 37 - Matriz de Sinergia

| | | SINERGIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|-------|-------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinamica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera | Seguridad y salud de la poblacion | Seguridad y salud de operarios | |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | | | | | | | | | | | | | | Calidad |
| Etapa de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | | 2 | | 1 | | | |
| | Demolicion del Hº | 1 | 2 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 2 | 2 | 1 | 1 | | |
| | Instalacion de obrador | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | 1 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 1 | 2 | | | 2 | | | | | 1 | | 1 | | | 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 2 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 2 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 |
| | Generación de RSU | | | 1 | 2 | | | | | | 1 | | | | | 2 | | | | | |
| Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 2 | | 1 | 2 | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| Generación de Residuos de construcción | | 2 | | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| Etapa de funciona | Pruebas Hidráulicas | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 2 | 2 | 1 | | 2 | | | 1 | 1 | | | | 2 | | 1 | | | |
| | Generación de fangos | | | 2 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 2 | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 207 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 38 - Matriz de Acumulación

| | | ACUMULACION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinámica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 4 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| | Demolicion del Hº | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 4 | 1 | 1 | 1 |
| | Instalacion de obrador | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 1 | 1 | 4 | 4 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 1 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 1 | 1 | | | 4 | | | | | 1 | | 1 | | | 4 | | 1 | 1 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 |
| | Generación de RSU | | | 4 | 4 | | | | | | 1 | | | | | 4 | | | |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | 4 | 4 | | 4 | 4 | | | | | | | | 4 | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 1 | | 4 | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Etapas de funcionamiento | Pruebas Hidráulicas | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 4 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 4 | 4 | 1 | | 4 | | | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | |
| | Generación de fangos | | | 1 | 4 | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 1 | | | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 4 | | 4 | 4 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 208 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 39 - Matriz de efectos

| | | EFECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinámica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | 4 | 4 | | 4 | | | | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | | | 1 | | 4 | |
| | Demolicion del Hº | 4 | 4 | | | | | | | | 1 | | 4 | | | 1 | 1 | 4 | 1 |
| | Instalacion de obrador | 4 | 4 | 4 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | 4 | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 1 | | | | | | | 4 | 4 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | 4 | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 4 | 4 | | | 4 | | | | | 1 | | 4 | | | 1 | | 4 | 1 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 4 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 4 | 4 | | | | | | | | | | 4 | | | | | 4 | 4 |
| | Generación de RSU | | | 4 | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | 4 | 4 | | 4 | 4 | | | | | | | | 1 | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 4 | | 4 | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Etapas de funcionamiento | Pruebas Hidráulicas | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 4 | | | | | | | | | 4 | | 4 | | | 4 | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 4 | 4 | 4 | | 4 | | | 1 | 1 | | | | 1 | | 4 | |
| | Generación de fangos | | | 4 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 4 | | | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 209 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |



Tabla 40 - Matriz de Periodicidad

| | | PERIODICIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------------------|----------------------|-----------------|---------|-------------|---------|---------|-------|-----------------------|---------|---------------|-----------------------------|-------|---------------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| | | Medio natural | | | | | | | | Medio socio-económico | | | | | | | | | |
| | | Aire | | | Suelo | | | Agua | Flora | Fauna | Paisaje | Uso del suelo | Infraestructura y servicios | Renta | Finanzas y sector público | Calidad de vida | Dinámica poblacional | Estructura ocupacional | Efecto barrera |
| | | Ruido y vibraciones | Material particulado | Nivel de olores | Calidad | Estabilidad | Aptitud | Calidad | | | | | | | | | | | |
| Etapas de construcción | Limpieza de Terreno | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| | Demolicion del Hº | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Instalacion de obrador | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | |
| | Movimiento de Equipos, Maquinarias y Camiones | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | 1 |
| | Cortes y desvíos del tránsito | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | |
| | Excavación, Colocación de cañería y Compactación | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 |
| | Señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| | Acopio y Descarga de materiales | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| | Ejecución de tareas de albañilería | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | 1 |
| | Generación de RSU | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 | | | |
| | Generación de efluentes sanitarios | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | | | |
| | Generación de Residuos de construcción | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| Etapas de funcionamiento | Pruebas Hidráulicas | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento de la red | | | 4 | | | | | | | | | 4 | | 4 | | | 4 | |
| | Tratamiento de efluentes | | | 4 | 4 | 4 | | 4 | | | 4 | 4 | | | | 4 | | 4 | |
| | Generación de fangos | | | 4 | 4 | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| | Evacuación de efluentes tratados | | | | 4 | | | 4 | 4 | | 4 | | | | | | | | |
| | Servicio de la red cloacal | | | | 4 | | 4 | 4 | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | Costo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 210 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |

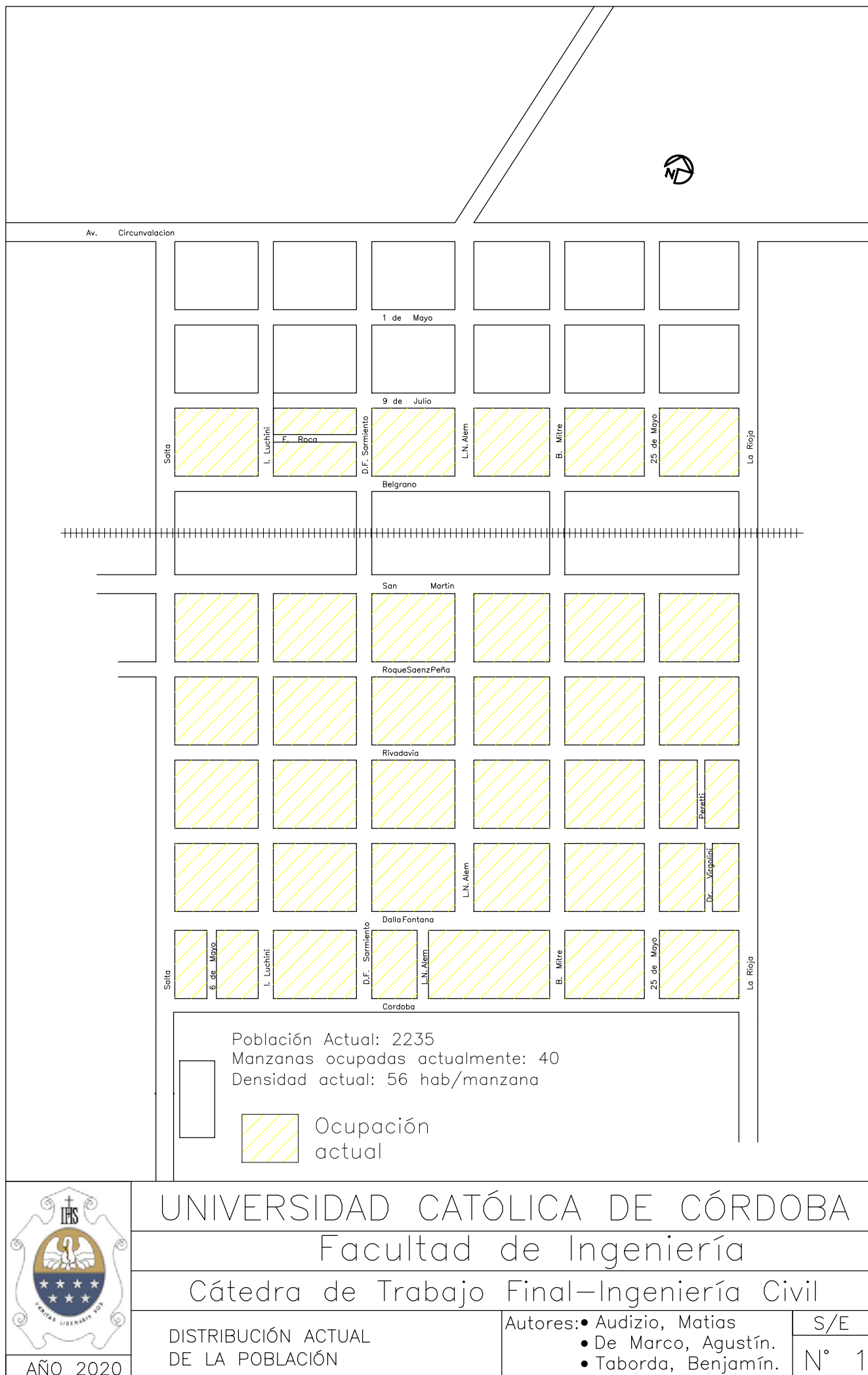


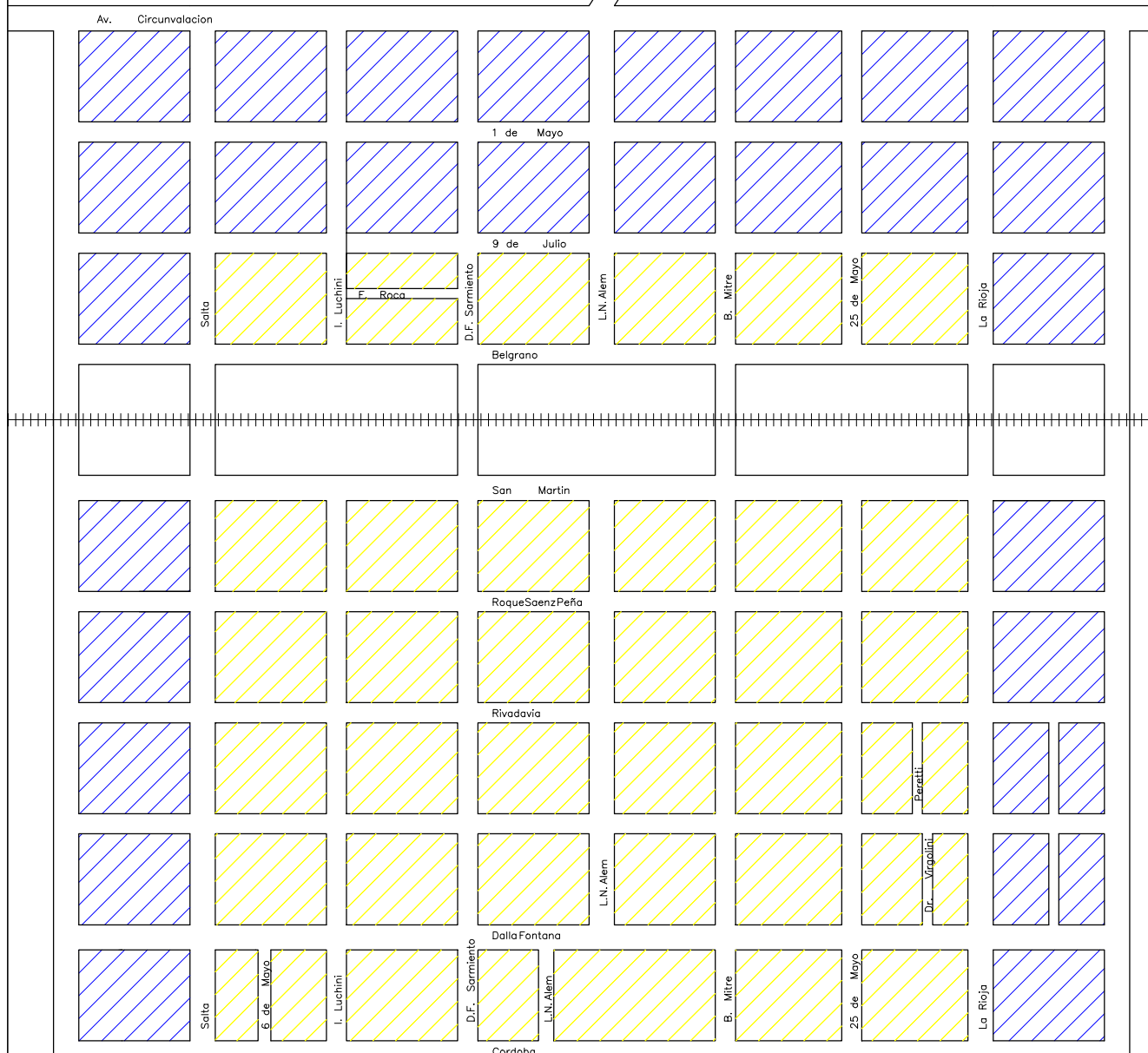
XVI.4 – PLANOS

Tabla 41 - Planos

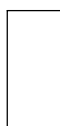
| Plano | Descripción |
|------------|---|
| Plano N° 1 | Distribución actual de la población |
| Plano N° 2 | Distribución futura de la población |
| Plano N° 3 | Relevamiento Planialtimétrico |
| Plano N° 4 | Caudales acumulados |
| Plano N° 5 | Distribución de la red cloacal |
| Plano N° 6 | Vista en corte estación de bombeo |
| Plano N° 7 | Vista en planta estación de bombeo |
| Plano N° 8 | Armaduras estación de bombeo |
| Plano N° 9 | Vista en planta y corte lagunas Facultativa y de Maduración |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-------------------|
| Elaboró: Audizio, Matías, De Marco, Agustín; Taborda, Benjamín | | Código: TF ADMT - 2020 | |
| Revisó: Fontana - Ganancias | | Emisión: Diciembre de 2020 | |
| Autorizó: Fontana - Ganancias | | Revisión: 02 | Página 211 de 211 |
| DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | | |





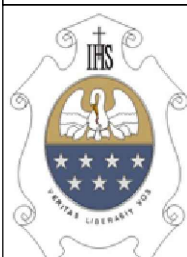
Población futura: 3897
 Manzanas ocupadas futuras: 70
 Densidad actual: 56 hab/manzana



Ocupación
actual



Ocupación
futura



AÑO 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA Facultad de Ingeniería

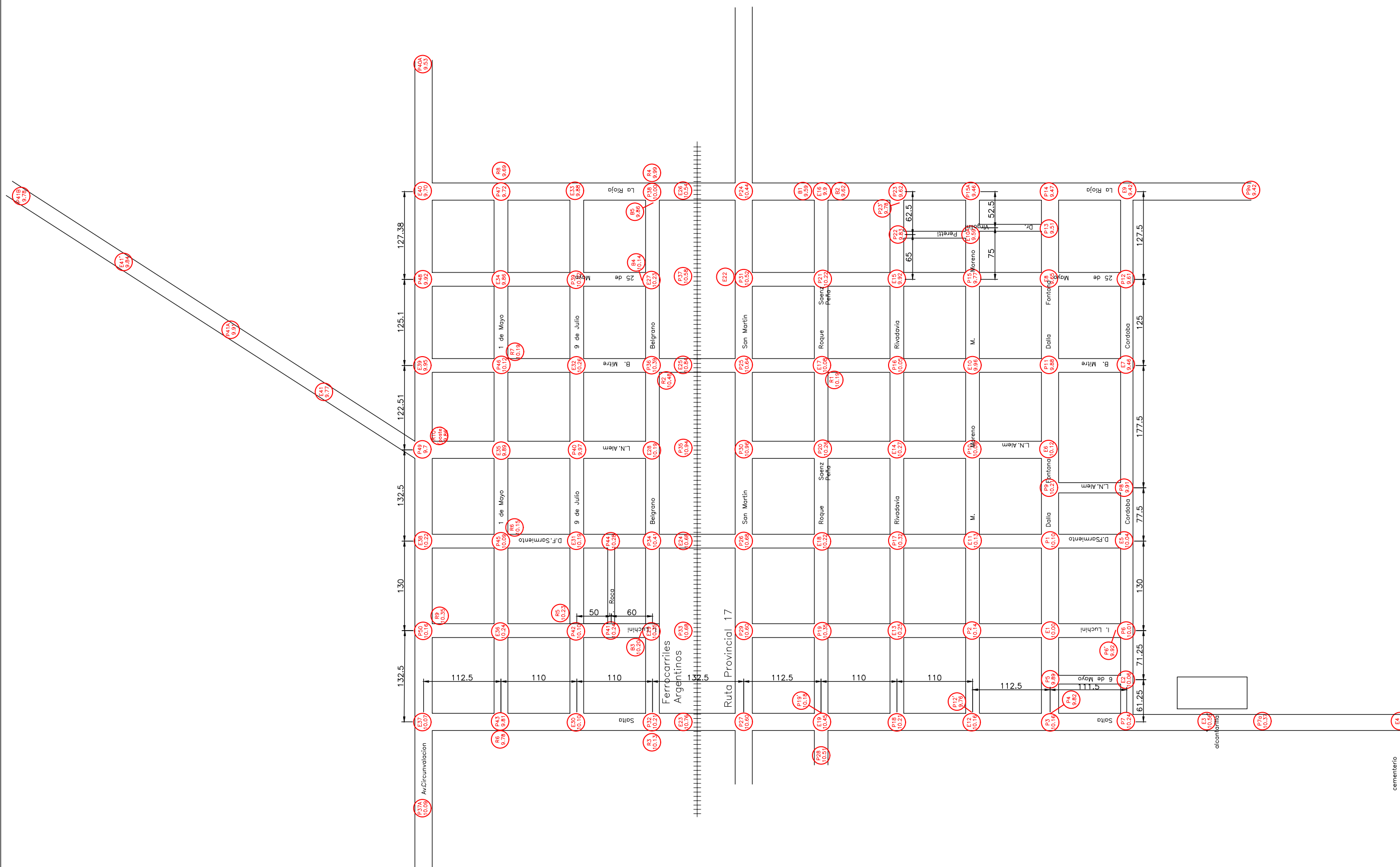
Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

DISTRIBUCIÓN FUTURA
DE LA POBLACIÓN

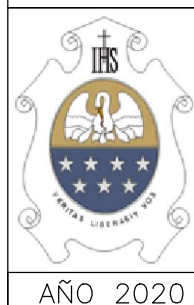
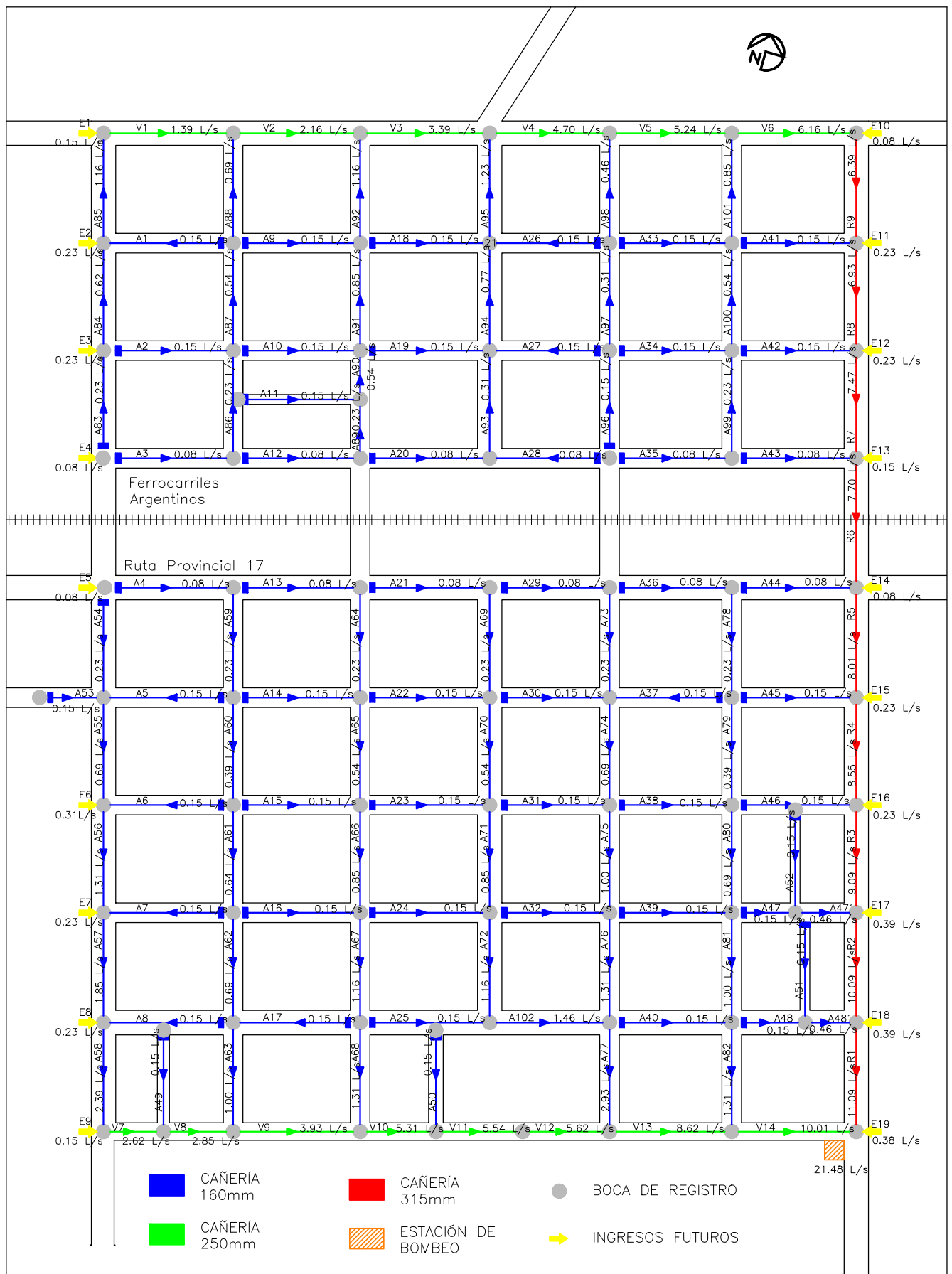
Autores: • Audizio, Matias
 • De Marco, Agustín.
 • Taborda, Benjamín.

S/E

N° 2



| | | |
|---|--|--------|
| UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA | | |
| Facultad de Ingeniería | | |
| Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil | | |
| RELEVAMIENTO PLANIALETIMÉTRICO | Autores: • Audizio, Matias • De Marco, Agustín. • Taborda, Benjamín. | 1:5000 |
| | | N° 3 |



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA
Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

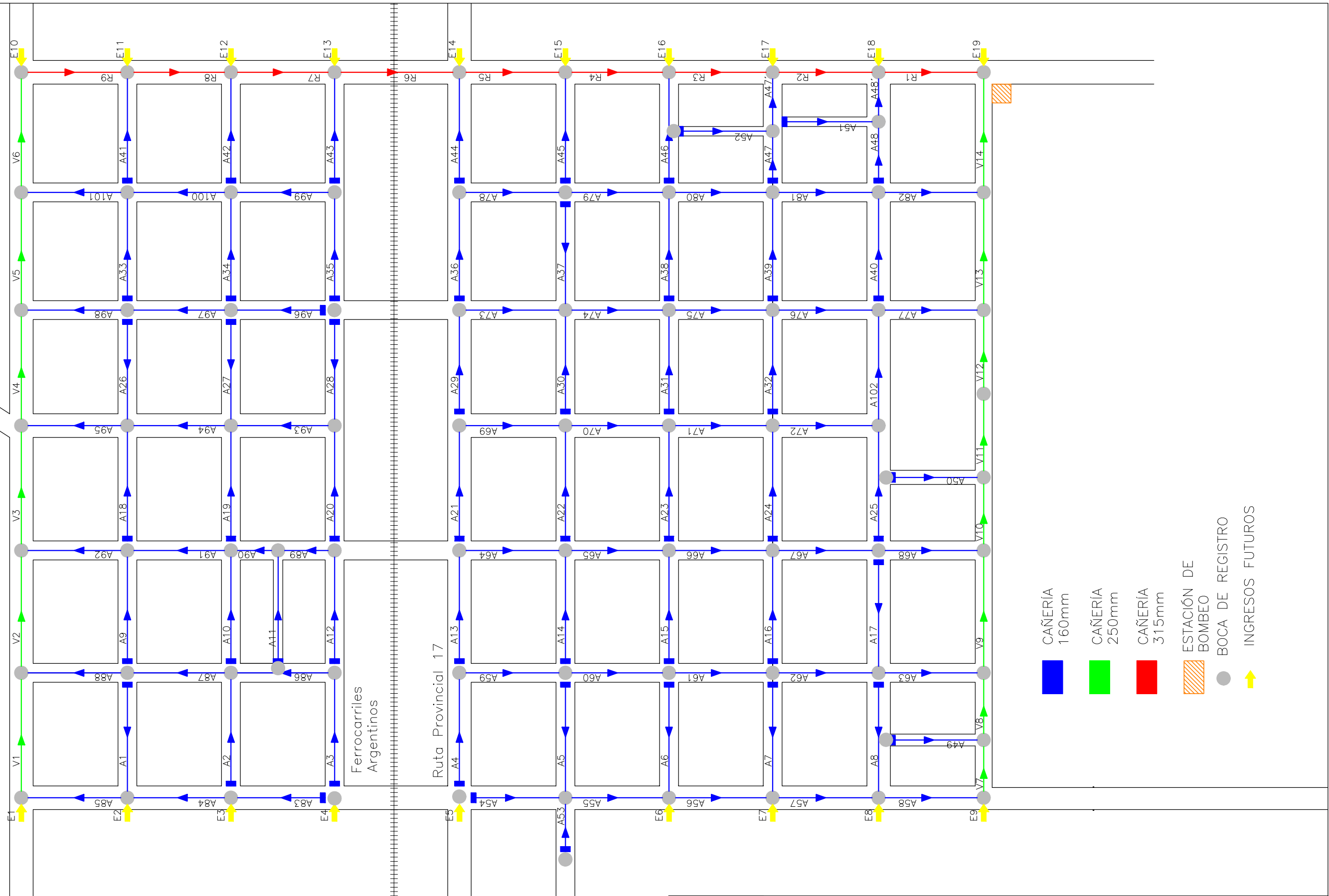
PLANO DE CAUDALES ACUMULADOS

Autores: • Audizio, Matias
• De Marco, Agustín.
• Taborda, Benjamín.

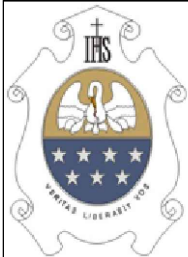
1/5000

N° 4

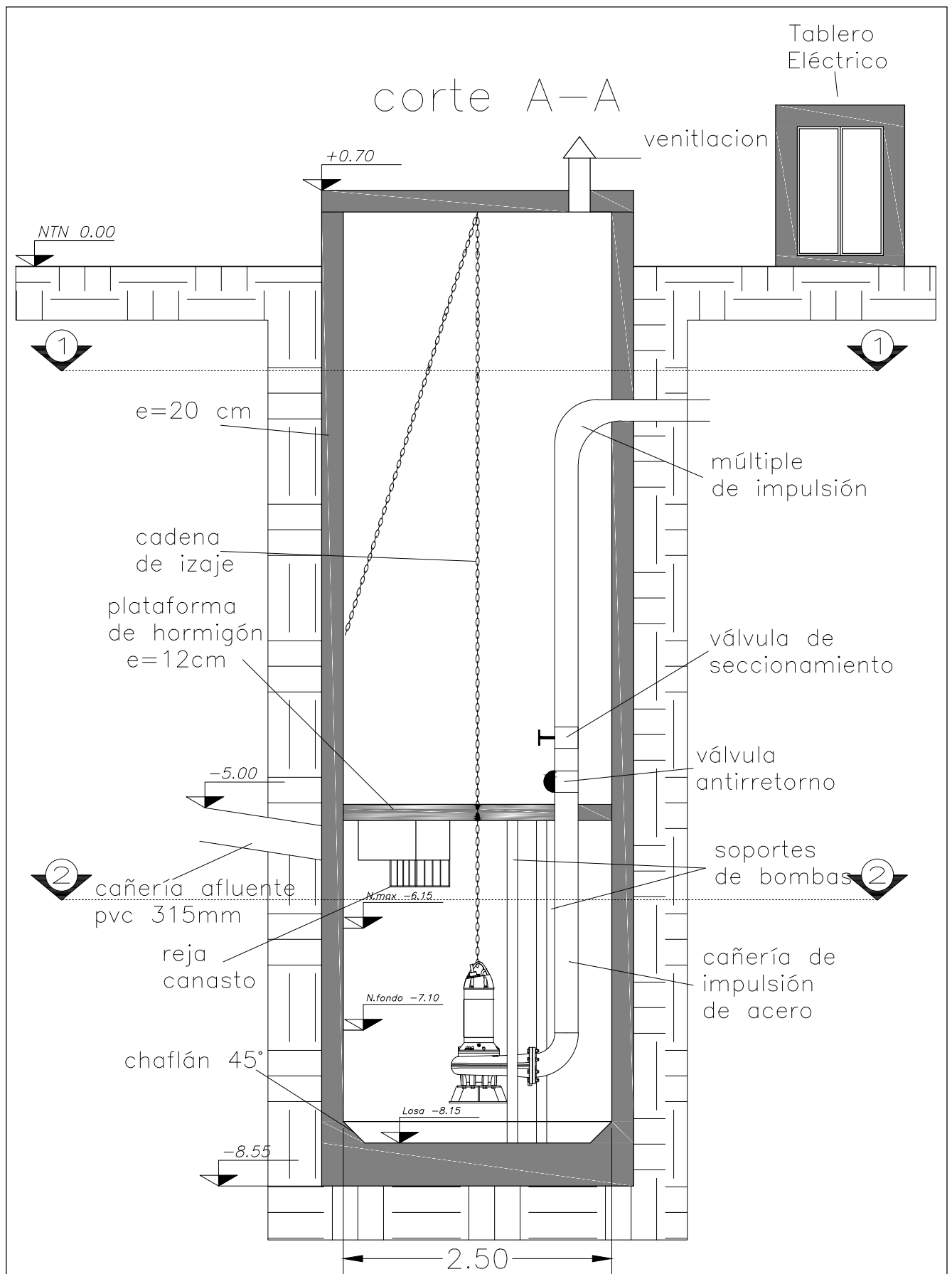
AÑO 2020



- CAÑERÍA 160mm
- CAÑERÍA 250mm
- CAÑERÍA 315mm
- ESTACIÓN DE BOMBEO
- BOCA DE REGISTRO
- INGRESOS FUTUROS



AÑO 2020



AÑO 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

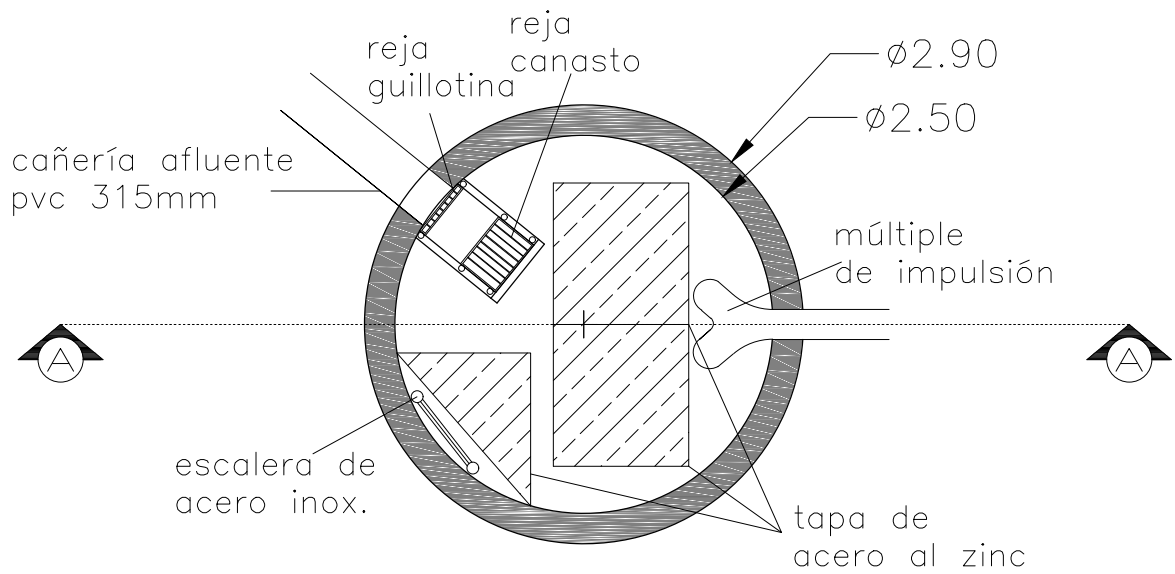
PLANO DE CORTE DE ESTACIÓN
DE BOMBEO

Autores: • Audizio, Matias
• De Marco, Agustín.
• Taborda, Benjamín.

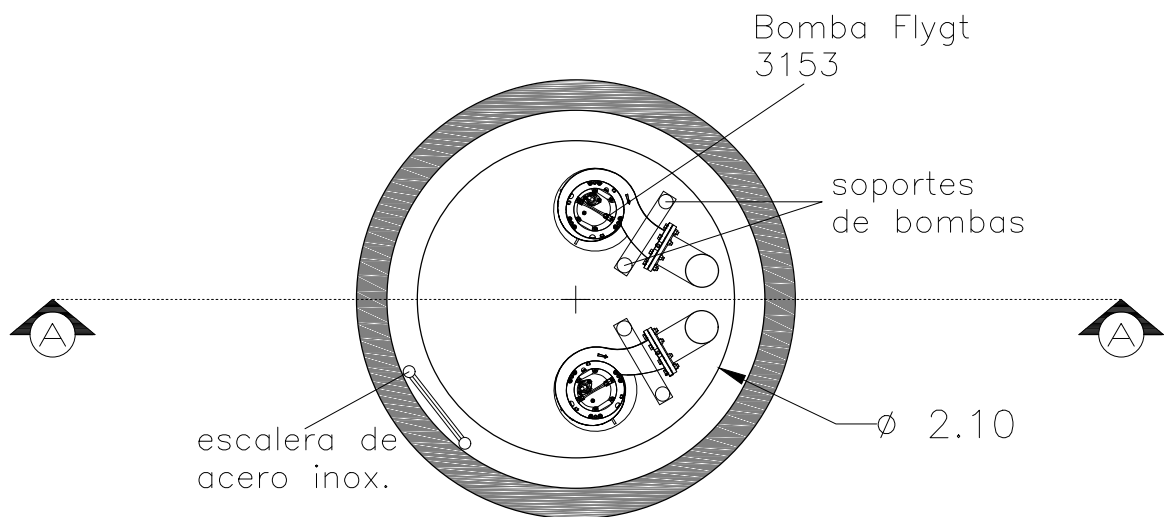
1:50

N° 6

1-1



2-2



AÑO 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

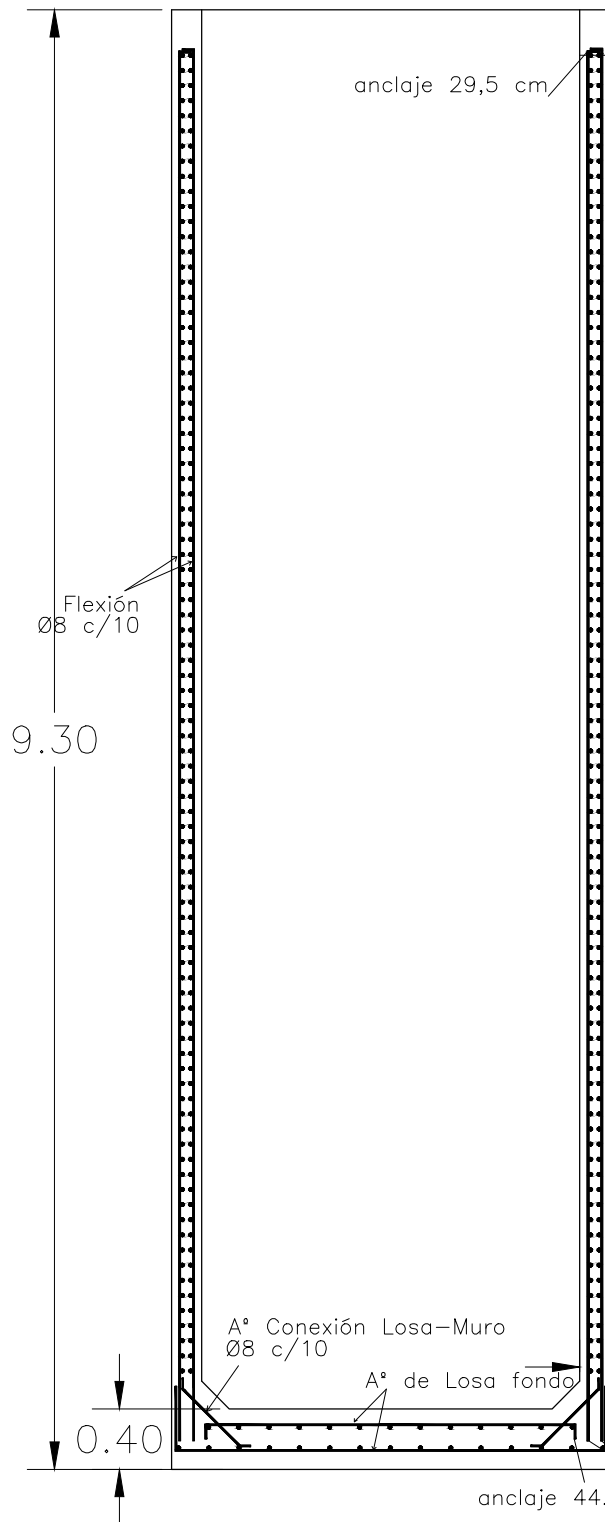
PLANO EN PLANTA DE
ESTACIÓN DE BOMBEO

Autores: • Audizio, Matias
• De Marco, Agustín.
• Taborda, Benjamín.

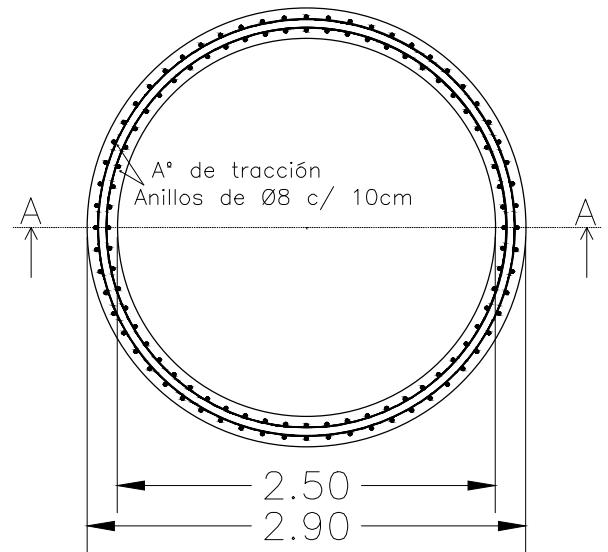
1:50

N° 7

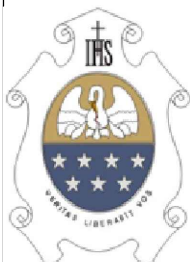
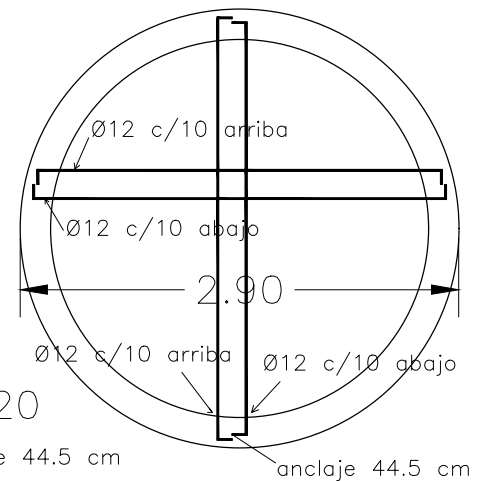
CORTE A-A



ARMADURA CILINDRO



ARMADURA LOSA DE FONDO



AÑO 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

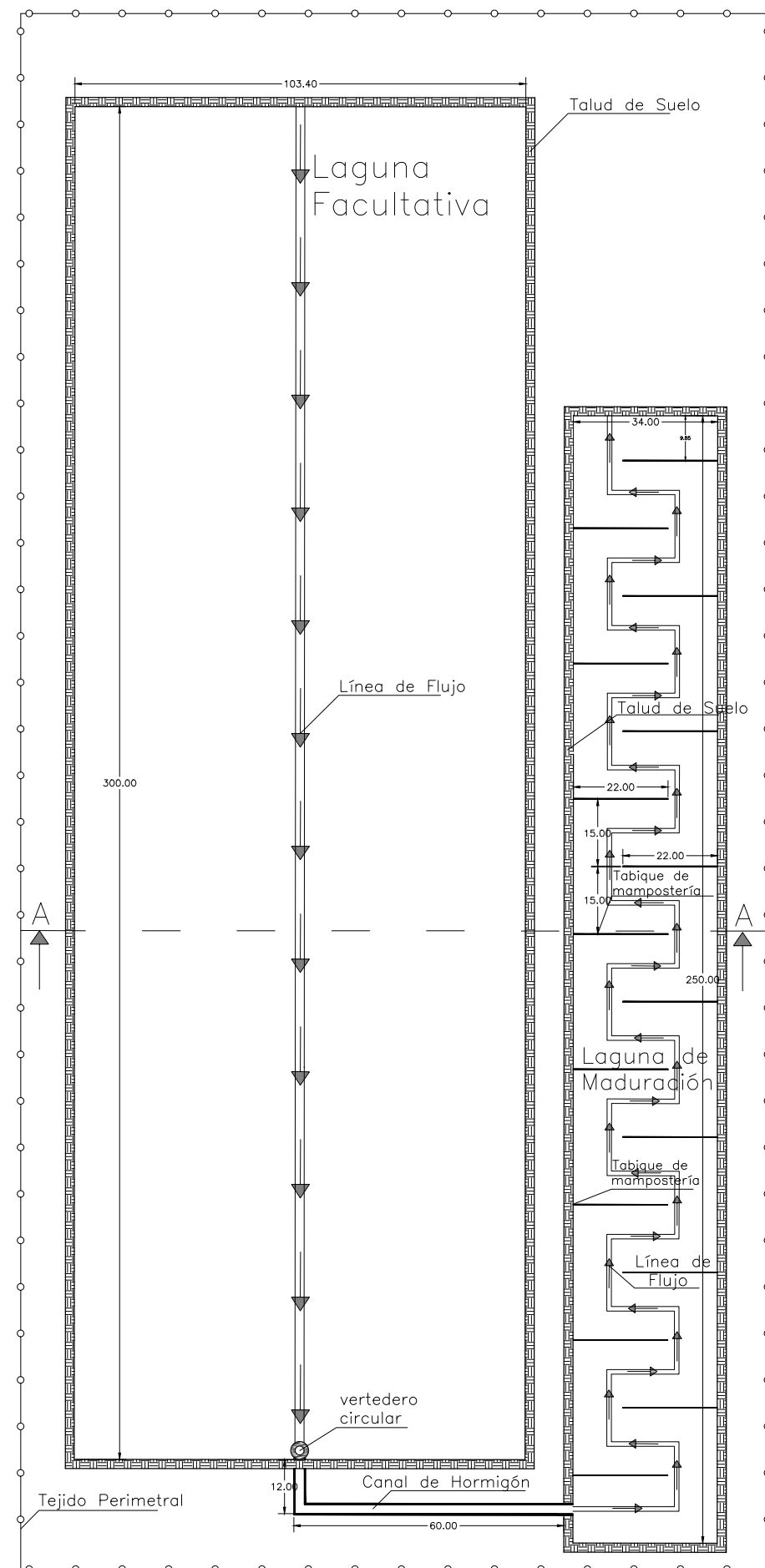
Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

PLANO DE ARMADURAS
ESTACIÓN DE BOMBEO

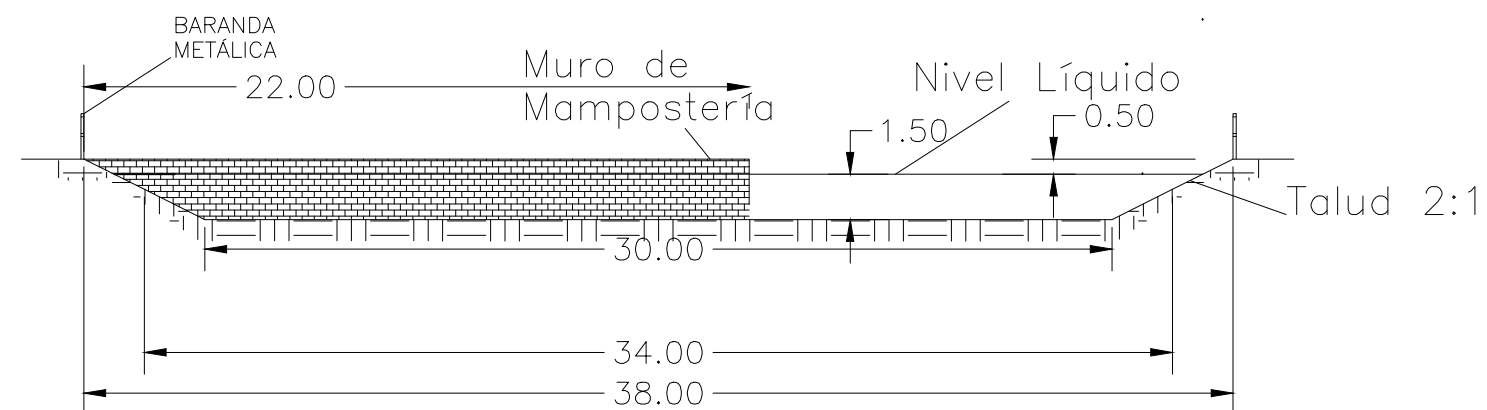
Autores: • Audizio, Matias
• De Marco, Agustín.
• Taborda, Benjamín.

1:50

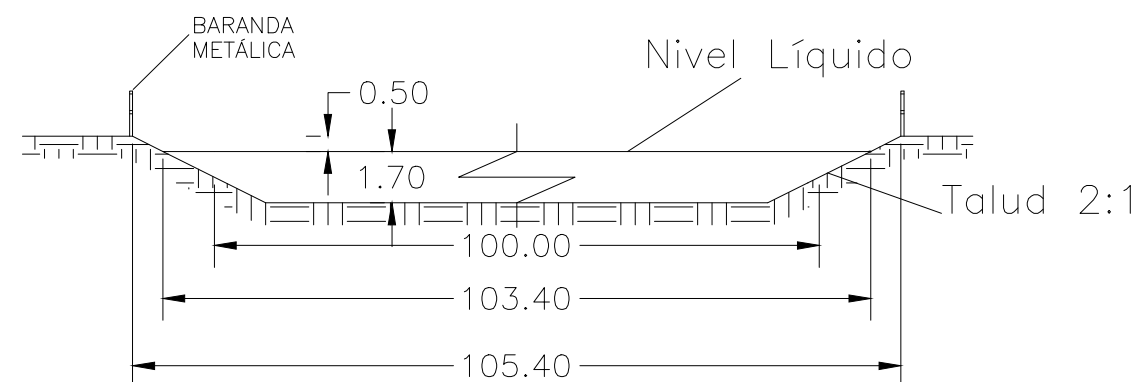
N°8



Corte A-A
Laguna De Maduracion



Corte A-A
Laguna Facultativa



AÑO 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

PLANTA Y CORTE DE LAGUNA
FACULTATIVA Y DE MADURACION

Autores: • Audizio, Matias
• De Marco, Agustín.
• Taborda, Benjamín.

S/E

N°9